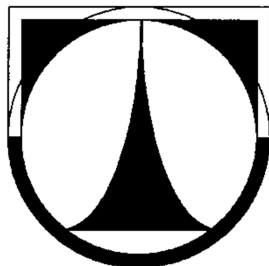


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ



Katedra vozidel a motorů

ANALÝZA VÝVOJE POŽADAVKŮ NA OCHRANU
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Analysis of requirements for environmental protection

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Petr JANKOVSKÝ

Květen 2011

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



Program: B2341 Strojírenství

Obor: 2301R022 Stroje a zařízení

Zaměření: Dopravní stroje a zařízení

ANALÝZA VÝVOJE POŽADAVKŮ NA OCHRANU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Analysis of requirements for environmental protection

Bakalářská práce

KVM – BP – 202

Petr JANKOVSKÝ

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Lubomír Moc, CSc. - KVM - TUL

Konzultant bakalářské práce: Ing. Josef Blažek, Ph.D. - KVM - TUL

Počet stran: 62

Počet tabulek: 30

Počet obrázků: 14

V Liberci 27. května 2011

Místo pro vložení originálního zadání DP (BP)

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Petr JANKOVSKÝ
Program:	B2341 Strojírenství
Obor:	2301R022 Stroje a zařízení
Zaměření:	Dopravní stroje a zařízení
Název práce:	ANALÝZA VÝVOJE POŽADAVKŮ NA OCHRANU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
Číslo práce:	KVM - BP - 202
Vedoucí práce:	doc. Ing. Lubomír Moc, CSc. - KVM - TUL
Konzultant práce:	Ing. Josef Blažek, Ph.D. - KVM - TUL

Tato bakalářská práce popisuje vývoj předpisů pro ochranu životního prostředí v České republice i v jiných vybraných státech. Zabývá se stacionárními zdroji znečištění a způsoby měření množství vypouštění škodlivin z těchto zdrojů. V rešerši je zpracován přehled moderních stacionárních zdrojů znečištění a zařízení pro měření množství vypouštěných škodlivin od různých výrobců.

Klíčová slova: emise, předpisy na ochranu ovzduší, stacionární spalovací motory, spalovací kotle, analyzátory.

ANNOTATION

Name: Petr JANKOVSKÝ
Programme: B2341 Strojírenství
Speacialization: 2301R022 Stroje a zařízení
Course: Dopravní stroje a zařízení
Title: **ANALÝZA VÝVOJE POŽADAVKŮ NA OCHRANU
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**
Number of work: **KVM - BP - 202**
Supervisor: doc. Ing. Lubomír Moc, CSc. - KVM - TUL
Consultant: Ing. Josef Blažek, Ph.D. - KVM - TUL

This bachelor thesis describes the development of regulations for environmental protection in the Czech Republic and other selected countries. It deals with stationary sources of pollution and ways of measuring the amount of discharge of pollutants from these sources. The search is making a survey of modern stationary pollution sources and devices for measuring the amount of pollutants emitted from different manufacturers.

Key words: emissions, regulations for air protection, stationary internal combustion engines, combustion boilers, analyzers.

Desetinné třídění: (př. 502.172 - Kontrola životního prostředí. Kontrola znečištění)
Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra vozidel a motorů
Dokončeno: 2011
Archivní označení zprávy:

Prohlášení k využívání výsledků diplomové práce

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V dne

.....

podpis

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Lubomíru Mocovi, CSc. za odbornou pomoc, cenné rady a vhodné připomínky, které mi napomohly k vypracování této práce.

Také bych chtěl poděkovat svým rodičům a přátelům za podporu během celé doby studia.

Obsah:

Obsah	8
Seznam použitých zkratk a symbolů	10
1.Úvod	12
2.Základní pojmy	13
2.1. Složky výfukových plynů znečišťující ovzduší	15
3.Předpisy pro ochranu ovzduší	17
3.1.Česká republika	16
3.1.1.Zákon o ochraně ovzduší	17
3.1.1.1.Vyhláška č. 178/1960 Sb.	18
3.1.1.2.Zákon č. 35/1967 Sb.	18
3.1.1.3.Zákon č. 309/1991 Sb.	20
3.1.1.4.Zákon č. 86/2002 Sb.	21
3.1.2.Nařízení vlády o emisních limitech a dalších podmínkách provozování stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší	22
3.1.2.1.Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.	22
3.1.2.2.Nařízení vlády č. 146/2007 Sb.	26
3.1.3.Nařízení vlády o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování	28
3.1.3.1.Nařízení vlády 353/2002 Sb.	29
3.1.3.2.Nařízení vlády 615/2006 Sb.	30
3.1.4.Vyhláška č. 205/2009 Sb.	30
3.2.Emisní předpisy v ostatních zemích	31
3.2.1.Vybrané emisní předpisy platné v EU	31
3.2.2.Japonsko	33
3.2.3.USA	34
3.2.4.Německo	35
4.Stacionární spalovací motory a spalovací kotle	36
4.1.Stacionární spalovací motory	37
4.1.1.Příklady současných stacionárních spalovacích motorů	37

4.2.Spalovací kotle:	39
4.2.1.Příklady moderních spalovacích kotlů	40
5.Přehled technických parametrů analyzátorů pro měření emisí	44
5.1.Analyzátory	44
5.1.1.Rozdělení analyzátorů	44
5.1.2.Vlastní principy měření analyzátorů	45
5.1.2.1.Optické analyzátory	45
5.1.2.2.Teplotně vodivostní analyzátory	46
5.1.2.3.Magnetické analyzátory	47
5.1.2.4.Elektrochemické analyzátory	48
5.1.2.5.Analyzátory s ionizační detekcí	48
5.1.2.6.Polovodičové pevnolátkové elektrochemické senzory	48
5.2.Přehled výrobců analyzátorů a jejich produktů	49
5.2.1.Požadavky na analyzátory	49
5.2.2.Přehled analyzátorů	49
6.Závěr	56
Seznam tabulek	57
Seznam obrázků	59
Seznam citací	60
Použitá literatura a zdroje	61

Seznam použitých zkratk a symbolů

CO ₂		Oxid uhličitý
CO		Oxid uhelnatý
NO _x		Oxidy dusíku
SO ₂		Oxid siřičitý
HC		Nespálené uhlovodíky
C		Organické látky
TZL		Tuhé znečišťující látky
Sb.		Sbírka zákonů
η [%]		Účinnost spalování
ξ_K [-]		Komínová ztráta
V _{sp,sk}	[m ³ .kg ⁻¹]	Skutečné množství spalin
c _{sp}	[kJ.kg ⁻¹ .°C ⁻¹]	Měrná tepelná kapacita spalin
t _{sp}	[°C]	Teplota spalin
t _{vz}	[°C]	Teplota vzduchu
Q _i ^r	[kJ.kg ⁻¹]	Výhřevnost paliva
CO _{MAX}	[ml/m ³]	Maximální koncentrace CO
λ [-]		Součinitel přebytku vzduchu
O _{2ref}	[%]	Referenční obsah kyslíku
SO ₂	[mg.m ⁻³]	Emisní limit SO ₂
NO _x	[mg.m ⁻³]	Emisní limit NO _x
CO ₂	[mg.m ⁻³]	Emisní limit CO ₂
$\sum C$	[mg.m ⁻³]	Emisní limit C
CO _{ref}	[mg.m ⁻³]	Maximální povolené množství CO
CO _{měř}	[mg.m ⁻³]	Naměřené množství CO
O _{2měř}	[%]	Naměřené množství kyslíku
VOC		Těkavé organické látky
NO ₃		Oxid dusný
NO ₂		Oxid dusičitý
SO _x		Oxidy síry
SO ₃		Oxid sírový
NH ₃		Amoniak
HCl		Chlorovodík
HF		Fluorovodík

EU		Evropská unie
ES		Evropské společenství
a.s.		Akciová společnost
n	[1/min]	Otáčky
P _e	[kW]	Mechanický výkon
P _t	[kW]	Tepelný výkon
DIR		Disperzní analyzátor
NDIR		Nedisperzní analyzátor
κ	[-]	Magnetická susceptibilita
FID		Plamenoionizační detektor
NO _x	[ppm]	Objemová koncentrace NO _x
SO ₂	[ppm]	Objemová koncentrace SO ₂
CO ₂	[ppm]	Objemová koncentrace CO ₂
CO ₂	[vol %]	Objemová koncentrace CO ₂
O ₂	[vol %]	Objemová koncentrace O ₂
T ₉₀	[s]	Čas náběhu
KVM		Katedra vozidel a motorů

1. Úvod

Během posledních dvou století zaznamenalo lidstvo velký pokrok spojený zejména s rozvojem vědy a techniky. Bohužel vědecko technický pokrok s sebou nese i velké ekologické zatížení planety Země, zejména pak její atmosférické vrstvy. Snížení kvality okolního ovzduší je tedy jedním z největších problémů, kterému lidská populace čelí.

Problém se znečištěním začal být brán na zřetel zhruba v 60. až 70. letech minulého století. V tomto období se také objevují první legislativní úpravy, emisní předpisy a limity pro ochranu ovzduší naší planety.

Velmi obecně lze zdroje, které ovzduší znečišťují, rozdělit na stacionární a mobilní. Stacionární zdroje jsou například průmyslová zařízení, ale i skládky odpadů nebo spalovací motory, které se během svého provozu nepohybují. Mobilní zdroje tvoří především dopravní prostředky, jejichž motory jsou poháněny některým z fosilních paliv, jako jsou automobily, letadla nebo lodě. Činnost těchto zařízení je ovlivněna řadou předpisů a legislativních nařízení. Ve své práci se budu zabývat první skupinou, tedy stacionárními zdroji.

V souladu se zadáním práce se nejprve zaměřuji na vývoj emisních předpisů v České republice a také v dalších vybraných státech. Z předpisů platných v České republice poukážu na konkrétní hodnoty limitů především pro malé zdroje a stacionární spalovací motory.

V další části práce uvedu příklady moderních stacionárních zdrojů znečištění, jimiž jsou míněny stacionární spalovací motory a spalovací kotle. Zde budou také vybrány některé technické parametry těchto zařízení.

V poslední části práce, která se zabývá analyzátory výfukových plynů, jsou stručně popsány vybrané funkční principy těchto zařízení a také jsou zde uvedeny analyzátory od různých výrobců, včetně jejich technických parametrů.

Úkolem práce je její využití v laboratořích KVM, tedy možnost náhledu na dané emisní limity, případně náhled na funkční principy analyzátorů.

2. Základní pojmy

Emise:

Pojem emise označuje z hlediska ekologie látky, které jsou vypouštěny do okolního ovzduší, tedy do životního prostředí. Nejčastěji se tento výraz používá pro znečišťující příměsi vypouštěné do ovzduší. Jejich nejvyšší koncentrace je možno naměřit u zdroje vypuštění, který se nazývá emitent a postupně se s přimícháváním do okolního vzduchu koncentrace snižuje.

Měření emisí:

Měřením emisí se rozumí kontrola technického stavu zařízení, které jsou zdrojem produkce emisí. Mezi tato zařízení patří jak stacionární spalovací zdroje, tak mobilní spalovací zdroje. Toto veškeré měření musí být prováděno v takové části zařízení, kde již nedochází k ovlivnění jinými látkami. K měření emisí slouží přístroje nazývané analyzátory výfukových plynů, někdy také označované jako analyzátory spalin.

Znečišťování ovzduší:

Vypouštění škodlivých látek do okolního ovzduší

Znečištění ovzduší:

Obsah škodlivých látek v ovzduší. Jsou to chemické, fyzikální nebo biologické činitele, které mění přirozené vlastnosti zemské atmosféry a tím ohrožují všechny živé organismy.

Výfukové plyny:

Komplexní směs chemických látek, které unikají ze spalovacích zařízení, jako jsou např. spalovací motory nebo spalovací kotle. Jejich složení závisí na typu paliva.

Stacionární spalovací motor:

Spalovací motor, který se během svého provozu nepohybuje. Tyto motory slouží

především k pohonu jiných zařízení, jakými jsou kompresory, čerpadla nebo generátory pro výrobu elektrické energie. V současné době jsou také hojně používány pro pohon kogeneračních jednotek.

Spalovací kotel:

Zařízení pro přeměnu energie z paliva na tepelnou energii. Takto získaná energie se používá především pro vytápění různých objektů (byty, domy, průmyslové objekty) nebo jiných prostor (sušičky na dřevo). Podle použitého paliva rozdělujeme kotle na pevná, plynná a kapalná paliva.

Zákon:

Právní předpis, který je obecně závazný a přijatý zákonodárným sborem, v České republice parlamentem a prezidentem. Zákony jsou nadřazeny podzákonným předpisům (vyhláška, nařízení), jsou však podřízeny Ústavě a ústavním zákonům.

Vyhláška:

Druh podzákonného předpisu. Vyhlášku ve smyslu právní terminologie smí vydat jako prováděcí předpis k zákonu jen ústřední orgán státní správy (např. ministerstvo). Prováděcím předpisem může kromě vyhlášky být též nařízení vlády. Vyhlášky mohou vydávat také obce a kraje a schvalují je zastupitelstva těchto samosprávných jednotek. V obecném smyslu slova lze vyhláškou nazvat jakýkoliv způsob vyhlášení nějakého sdělení, například interní předpis firmy. Užívání slova vyhláška není zákonem vyhrazeno jen pro právní předpisy.

Nařízení vlády:

Druh podzákonného předpisu, patřící mezi prováděcí předpisy. Nařízení ve státně právní terminologii je druh podzákonného předpisu, který může vydávat vláda nebo jiný správní úřad (kraj, obec) k provedení zákona. Obecným významem je jakýkoliv pokyn, jímž někdo z pozice moci ukládá jinému něco učinit. Státní právo neomezuje užívání slova „nařízení“ v obecném významu.

2.1. Složky výfukových plynů znečišťující ovzduší

Oxid uhličitý - CO_2 :

Je bezbarvý plyn, který vzniká reakcí uhlíku s kyslíkem. Tento plyn se běžně vyskytuje v atmosféře, bohužel jeho podíl zde postupně narůstá a to zejména díky spalování fosilních paliv v různých zařízeních. Negativní je zejména jeho působení na globální oteplování.

Způsobuje bezvědomí až udušení, poškozuje ledviny.

Oxid uhelnatý - CO :

Je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, těžší než vzduch, nedráždivý. Tato složka výfukových plynů vzniká především nedokonalým spalováním při nedostatku kyslíku. Je značně jedovatý. Jeho množství ve spalinách lze snížit větším přebytkem vzduchu.

Způsobuje blokování přenosu kyslíku krví a tím nedostatečné okysličení jednotlivých orgánů.

Oxidy dusíků - NO_x :

Mezi oxidy dusíku patří oxid dusičitý (NO_2) a oxid dusnatý (NO) a oxid dusný (N_2O), první dvě sloučeniny jsou jedovaté, ta poslední nikoliv, největší podíl zaujímá oxid dusnatý, je to až 95% z celkového množství. Oxidy dusíku vznikají ve spalovacích motorech při spalování za vysokých teplot a tlaků.

Při nadměrném množství oxidů dusíku v ovzduší dochází k dýchacím potížím a vzniku astma. Mají značný vliv na vznik tzv. letního smogu, pro který je typická vysoká koncentrace ozónu (O_3), pro člověka jedovatého plynu.

Oxid siřičitý - SO_2 :

Oxid siřičitý je bezbarvý, štiplavě páchnoucí jedovatý plyn, vznikající při spalování paliv obsahujících síru. Spolu s tuhými částicemi je hlavní látkou, která znečišťuje ovzduší v městských oblastech na celém světě.

Nadměrné vdechování oxidu siřičitého vede k chronické bronchitidě, dále negativně ovlivňuje krevetvorbu, způsobuje rozedmu plic, poškozuje srdeční sval. Značně toxický je oxid

siřičitý pro rostliny, neboť reaguje s chlorofylem, a naruřuje tak fotosyntézu.

Nespálené uhlovodíky - HC:

Jsou produktem nedokonalého spalování. Do výfukových plynů se tedy dostávají z paliva nebo mohou pocházet z mazacího oleje.

Dráždí sliznici a oči, některé skupiny uhlovodíků mohou být karcinogenní. Rovněž se podílí na vzniku ozónu (O₃).

Pevné částice:

Vznikají nejčastěji při provozu vznětových motorů, ale také při spalování fosilních paliv, například uhlí, ve spalovacích kotlech. Jedná se zejména o pevný uhlík ve formě sazí. Pevné částice jsou též hlavní příčinou výskytu tzv. zimního smogu, typického pro inverzní charakter počasí v zimních měsících. Jedná se většinou o směs kouře a mlhy. Zimní smog se také projevuje zvýšenými koncentracemi oxidů dusíku.

Saze mohou být nosičem rakovinotvorných látek, které se po vdechnutí usazují v plicních sklípcích. Způsobují potíže s dýcháním a vyvolávají vznik astma a alergií.

3. Předpisy pro ochranu ovzduší

3.1. Česká republika

Hlavním předpisem sloužícím k ochraně ovzduší v České republice patří v současné době zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. Dále je to nařízení vlády č. 146/2007 Sb., o emisních limitech a dalších podmínkách provozování stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší, nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování a vyhláška č. 205/2009 Sb., o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. Tato vládní nařízení vycházejí ze zákona o ovzduší a jsou v nich zachyceny hodnoty emisních limitů pro určité zdroje a druhy zdrojů.

3.1.1. Zákon o ochraně ovzduší

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů je základním právním předpisem platným v České republice pro ochranu životního prostředí. Historie tohoto zákona sahá do roku 1960, kdy byl poprvé vydán zákon zabývající se tímto problémem.

Právní předpis	Schváleno	Účinnost	Zrušeno
Vyhláška č. 178/1960 Sb.	1. 12. 1960	1. 1. 1961	1. 5. 1967
Zákon 35/1967 Sb.	7. 4. 1967	1. 5. 1967	1. 10. 1991
309/1991 Sb.	9. 7. 1991	1. 10. 1991	1. 6. 2002
Zákon č. 86/2002 Sb.	14. 2. 2002	1. 6. 2002	

Tabulka č. 1: Historický vývoj zákona o ovzduší.

Zdroj: Vlastní.

Tabulka č. 1 znázorňuje historický vývoj zákona o ochraně ovzduší. Současným platným předpisem je zákon č. 86/2002 Sb., ostatní předpisy jsou ty, které mu přímo předcházely. To znamená, že následující zákon rušil vždy zákon předcházející.

3.1.1.1. Vyhláška č. 178/1960 Sb.

První předpis pro ochranu ovzduší v České republice, respektive v Československé socialistické republice, byl schválen 1. 12. 1960 a účinný byl od 1. 1. 1961. Jednalo se tehdy o vyhlášku ministerstva financí č. 178/1960 Sb., o opatření na ochranu čistoty ovzduší.

Tato vyhláška nekonkretizovala žádné přípustné nebo nepřípustné hodnoty znečištění ovzduší ani nedefinovala zdroje znečišťování ovzduší. Nařizovala pouze vznik Odborné komise pro péči o zdravé přírodní prostředí, při krajské plánovací komisi.

Úkolem těchto komisí bylo projednávat s podniky opatření pro ochranu čistoty ovzduší a navrhopvat plánovacím komisím opatření pro podniky, která by vedla ke snížení znečištění ovzduší. Dále měly za úkol sledovat provádění navržených opatření a v jejich kompetencích také bylo ukládat sankce, nebyla-li opatření dodržena.

Z uvedeného vyplývá, že ochrana ovzduší podle vyhlášky č. 178/1960 Sb. spočívala pouze v jakési dohodě mezi znečišťovateli a správními orgány. Je tedy jasné, že ochrana byla naprosto minimální.

3.1.1.2. Zákon č. 35/1967 Sb.

Dalším zákonem upravujícím legislativu v tomto směru byl zákon Národního shromáždění Československé socialistické republiky č. 35/1967 Sb., o opatření proti znečišťování ovzduší, který nahrazoval vyhlášku č. 178/1960. Tento zákon byl schválen 7. 4. 1967 a jeho účinnost byla od 1. 5. 1967.

V úvodním ustanovení zákona bylo znečišťování ovzduší definováno jako jeho znečišťování nad přípustnou míru stanovenou v příloze tohoto zákona nebo zhoršování jeho čistoty při spalování tuhých paliv u parních trakcí na vlečkách, v lomech a povrchových dolech, při posunu na nádražích a ve výtopnách, v nichž nebyly spaliny odváděny komínem. Přepis tabulky, tak jak ji uváděl zákon, je uveden níže, označený jako tabulka č. 2.

Důležitým bodem v zákoně č. 35/1967 Sb. byl paragraf číslo 13, který umožňoval vytvořit Státní technickou inspekci ochrany ovzduší při tehdejším ministerstvu lesního a vodního hospodářství jako kontrolní orgán s celostátní působností.

Hlavními úkoly této inspekce bylo:

- provádět kontroly zařízení pro ochranu ovzduší, navrhopvat jejich výstavbu a uvádět do provozu nová zařízení,

- kontrolovat úlet škodlivin podle tabulky číslo 1,
- pomáhat řešit technické otázky související s ochranou ovzduší a radit organizacím, jak postupovat v těchto problémech,

Výška komínu (m)	Přípustný úlet (kg/h)		
	Popílek	SO ₂	Ostatní škodliviny
7	2,5	2	4
8	3	2,3	4,6
10	4	3,2	6,4
12	5	4,2	8,4
14	7	5,3	10,6
16	9	6,8	13,6
18	11,4	8,4	16,8
20	14	10	20
25	21	13,5	27
30	31	22,5	45
35	42	32,5	65
40	55	46	92
45	70	60	120
50	84	82,5	165
55	110	100	200
60	130	122	245
65	160	145	290
70	192	170	340
75	225	195	390
80	260	227	455
85	290	257	514
90	325	295	590
95	360	335	670
100	400	375	750
110	490	900	930
120	580	1425	1130
130	675	1950	1340
140	785	2475	1560
150	900	3000	1790
160	1010	3555	2060
170	1130	4110	2320
180	1270	4665	2600
190	1400	5220	2890
200	1550	5779	3200
220	1820	6355	3840
240	2110	6930	4500
260	2400	7510	5160
280	2700	8085	5820
300	3000	8665	6500

Tabulka č. 2: Přípustná míra znečišťování spalováním paliv, podle zákona č. 35/1967 Sb.

Zdroj: Zákon číslo 35/1967 Sb., Sbírka zákonů číslo 13/1967.

V tabulce č. 2 jsou uvedené povolené úlety popílků, oxidu siřinatého (SO_2) a jiných škodlivin, které unikají ze zdrojů znečišťování, jakými jsou například továrny nebo spalovny odpadu. Měřítkem těchto povolených hodnot je výška komínu, kterým škodliviny unikají.

Z uvedeného textu týkajícího se zákona číslo 35/1967 Sb. a tabulky č. 2 je zřejmé, že v tomto zákoně byla zakotvena ochrana ovzduší v daleko větší míře, než tomu bylo v zákoně předešlém, tedy v zákoně č. 178/1960 Sb. Hlavně je to vznik Státní technické inspekce ochrany ovzduší, která měla jasně dané úkoly. Také zde byly pevně vyčísleny sankce a pokuty za nedodržení nařízení zákona a Státní technické inspekce ochrany ovzduší, což byl výrazný posun v ochraně ovzduší. Hodnota těchto pokut byla od 5000 Kč až do 1 000 000 Kč.

3.1.1.3. Zákon č. 309/1991 Sb.

Zákon č. 35/1967 Sb., byl zrušen zákonem Federálního shromáždění České a Slovenské Federativní republiky č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami. Tento zákon byl schválen 9. 7. 1991 a účinný byl od 1. 10. 1991.

Předmětem úpravy zákona č. 309/1991 Sb. byla práva a povinnosti fyzických a právnických osob při ochraně ovzduší před znečišťováním vzniklém lidskou činností, či zmírňování následků a způsob omezování příčin znečišťování.

Znečišťující látky, jak je definoval zákon, byli tuhé, plynné a kapalné látky, jež přímo anebo po fyzikální nebo po chemické změně v ovzduší nebo při spolupůsobení s jinou látkou nepříznivě ovlivňující ovzduší, poškozují a ohrožují zdraví lidí a ostatních organismů, nadměrně je poškozují, zhoršují jejich životní prostředí nebo poškozují majetek.

Ve třetím odstavci zákona 309/1991 Sb. jsou uvedeny zdroje znečišťování, které jsou rozděleny na stacionární zdroje znečišťování, jako jsou například objekty se zařízením ke spalování paliv či odpadů nebo uhelné doly a lomy a jiné plochy s možností zapaření, hoření nebo úletu znečišťujících látek. Druhou skupinou jsou mobilní zdroje znečišťování ovzduší se spalovacími nebo jinými motory. Sem například patří silniční nebo železniční motorová vozidla, plavidla, či letadla.

Stacionární zdroje zákon dále rozděloval podle tepelného výkonu, míry vlivu technologického procesu na ovzduší nebo rozsahu znečišťování. Zdroje se dělily na velké zdroje znečišťování, to jsou zdroje s výkonem nad 5 [MW] a druhou skupinou jsou střední zdroje znečišťování, jejich výkon je od 0,2 do 5 [MW]. Poslední skupinou jsou malé zdroje znečišťování s výkonem do 0,2 [MW], do této skupiny patří i takové zdroje, které nepatří do

ostatních dvou skupin.

Novinkou je také zavedení pojmu smogová situace, který se v předešlém předpisu nevyskytuje. Smogová situace je podle [1] stav mimořádného znečištění ovzduší, kdy úroveň znečištění ovzduší znečišťující látkou překročí zvláštní emisní limit stanovený prováděcím právním předpisem.

Dále zákon podrobně popisoval povinnosti právnických a fyzických osob, byly-li provozovateli jednotlivých zdrojů znečišťování tak, jak je rozděloval zákon. Popisoval také práva a povinnosti jednotlivých orgánů pro ochranu ovzduší. Byli to zejména poplatky a pokuty, které mohli udělit při nedodržování zákona jednotlivým provozovatelům různých zdrojů znečišťování. Tyto pokuty jsou ve výši až 10 000 000 Kčs.

Z uvedeného vyplývá, že zákon 309/1991 Sb. byl vůči předcházejícímu právnímu předpisům mnohem důslednějším a zabýval se ochranou ovzduší v daleko větším rozsahu. Hodnota udělených pokut za nedodržení povinností fyzických a právnických osob byla také mnohem vyšší než v předchozím právním předpisu.

3.1.1.4. Zákon č. 86/2002 Sb.

Na zákon 309/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů, který byl zrušen 1. 6. 2002, přímo navazoval zákon číslo 86/2002 Sb. schválený 14. 2. 2002, jeho účinnost je od 1. 6. 2002 a platný je v současné době. Od svého schválení do současnosti prošel několika změnami a novelami.

Výčet zákonů, které mění zákon 86/2002 Sb.:

521/2002 Sb., 92/2004 Sb., 92/2004 Sb., 186/2004 Sb., 695/2004 Sb., 180/2005 Sb., 385/2005 Sb., 444/2005 Sb., 212/2006 Sb., 222/2006 Sb., 230/2006 Sb., 186/2006 Sb., 212/2006 Sb., 212/2006 Sb., 296/2007 Sb., 25/2008 Sb., 37/2008 Sb., 124/2008 Sb., 483/2008 Sb., 292/2009 Sb., 223/2009 Sb., 164/2010 Sb., 172/2010 Sb., 227/2009 Sb., 281/2009 Sb.

Zákon zapracovává normy Evropského společenství do právních norem českého státu a věnuje se také oblastem, které nebyly v době uvedení předešlého zákona v platnost známy.

Předmětem úpravy tohoto zákona podle [2] jsou práva a povinnosti osob a působnost správních orgánů při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek lidskou činností a při zacházení s regulovanými látkami, poškozujícími ozonovou vrstvu Země, a

s výrobky, které takové látky obsahují. Dále podmínky pro další snižování množství vypouštěných znečišťujících látek působících nepříznivým účinkem na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí nebo na hmotný majetek a také nástroje ke snižování množství vypouštěných znečišťujících látek ovlivňujících klimatický systém Země.

Prvním rozdílem oproti zákonu č. 309/1991 Sb. je způsob rozdělení zdrojů znečišťování. Základní rozdělení na mobilní a stacionární zůstává, mění se však rozdělení stacionárních zdrojů podle tepelného výkonu a míry vlivu na kvalitu ovzduší. Mezi již dané kategorie malý, střední a velký zdroj znečišťování přibývá kategorie zvláště velké zdroje s příkonem 50 [MW] a vyšším, bez přihlédnutí na tepelný výkon. Dále přibývá kategorie rozdělení podle technického a technologického uspořádání, jsou to spalovací zdroje, spalovny odpadu a další zdroje.

Další změnou je zavedení pojmu autorizace a autorizované osoby. Autorizace je nutná k měření emisí, ke stanovení koncentrací látek, k určení účinnosti spalovacího zdroje a k dalším činnostem spojenými s kontrolou ochrany ovzduší. V odstavci o autorizaci jsou uvedeny další náležitosti, které musí splňovat dokumentace spojená s autorizací.

Vlastní hodnoty emisních limitů, na které se zákon odvolává, jsou zakotveny v nařízení vlády č. 352/2002 Sb. a č.353/2002 Sb., které byly novelizovány nařízeními vlády 146/2007 Sb., respektive nařízením vlády 615/2006 Sb.

3.1.2. Nařízení vlády o emisních limitech a dalších podmínkách provozování stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší

Tento předpis stanovuje emisní limity, podmínky provozu stacionárních zdrojů znečišťování a přípustnou tmavost kouře, vše v souladu s právem Evropského společenství. Konkrétně je to směrnice 2001/80/ES.

První nařízení nesoucí tento název začalo platit v roce 2002, jako nařízení vlády č. 352/2002 Sb., to bylo novelizováno nařízením vlády č. 146/2007 Sb., který je v současnosti platný.

3.1.2.1. Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

Toto nařízení vlády bylo schváleno dne 3. 6. 2002, účinnosti nabylo dnem schválení a jeho platnost byla až do 31. 12. 2007, kdy bylo zrušeno nařízením vlády č. 146/2007 Sb.,

které začalo platit hned následující den.

V nařízení jsou uvedeny emisní limity pro zdroje znečišťování podle kategorií tak, jak je rozděluje zákon č. 86/2002. Emisní limity pro stacionární spalovací motory jsou uvedeny v kategorii velké a střední zdroje. Pro malé zdroje jsou uvedeny konkrétní hodnoty minimální účinností, se kterou musí tyto zdroje pracovat.

Určení účinnosti spalování v malém zdroji se podle nařízení vlády provádí tzv. nepřímou metodou, podle zjednodušeného vzorce:

$$\eta = 100 - \xi_K [\%],$$

kde η je účinnost spalování zdroje a ξ_K je komínová ztráta, která vyjadřuje množství tepla ve spalínách za zdrojem, přesněji za poslední teplosměnnou plochou. Tedy tepla, které již není dále využito k ohřevu a odchází komínem.

Dalšími ztrátami, které při spalování nastávají, jsou ztráty nedopalem udávající část paliva, kterou se nepodařilo spálit a která opouští zdroj v podobě plynných nebo tuhých hořlavých látek. Dále je to také ztráta fyzickým teplem tuhých zbytků, ta vyjadřuje skutečnost, že zbytky po spalování (např. popel) mají určitou teplotu a odvádějí tak využitelné teplo. Poslední typ ztráty, kterou rovněž neuvažujeme, je ztráta sdílením tepla do okolí, což je teplo vyzářené zdrojem do okolí.

Komínová ztráta se vypočte z naměřených hodnot uvedených v tabulce č. 3, měřené hodnoty a způsob jejich měření jsou rovněž stanoveny nařízením vlády č.352/2002 Sb.

měřené veličiny				vypočtené údaje			
název	značka	jednotka	metoda měření	název	značka	jednotka	metoda výpočtu
obsah kyslíku	$\varphi(\text{O}_2)$	[%]	Elektrochemický článek	obsah oxidu uhličitého	$\varphi(\text{CO}_2)$	[%]	Výpočtem z max. obsahu CO_2 v palivu
obsah CO	$\varphi(\text{CO})$	[ml/m ³] [ppm]	Elektrochemický článek	přebytek vzduchu	λ	-	Poměrem skutečného množství vzduchu k teoretické spotřebě
teplota spalín	t	[°C]	Termo článek	komínová ztráta	ξ	[%]	Z teploty spalín, nasávaného vzduchu, kyslíku a parametrů paliva
teplota spalovacího vzduchu	t(sv)	[°C]	Termo článek				
statický tlak ve spalinové cestě	p	[Pa]	Membránové čidlo				

Tabulka č. 3: Přehled měřených a vypočtených hodnot, nutných k určení účinnosti spalování zdroje

Zdroj: Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

Podmínky měření:

1. zdroj musí být v ustáleném provozním stavu,
2. měřící místo musí být v blízkosti spalinového hrdla zdroje tak, aby nebylo měření

zkresleno zředěním,

- měření se provádí nejméně třikrát po minimálně deseti minutách při jmenovitém výkonu zdroje.

Z takto naměřených hodnot se pak určí komínová ztráta podle vzorce:

$$\xi_K = \frac{V_{sp,sk} c_{sp} (t_{sp} - t_{vz})}{Q_i^r} [-],$$

kde $V_{sp,sk}$ je skutečné množství spalin [$\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$], c_{sp} je měrná tepelná kapacita spalin [$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$], tedy množství tepla ve spalinách, t_{sp} je teplota spalin [$^\circ\text{C}$], t_{vz} je teplota vzduchu na vstupu do zdroje [$^\circ\text{C}$] a Q_i^r je výhřevnost paliva [$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$]

Konečný výraz pro určení účinnosti spalování má po dosazení tvar:

$$\eta = 100 - \frac{V_{sp,sk} c_{sp} (t_{sp} - t_{vz})}{Q_i^r} [\%]$$

Takovým to způsobem určená účinnost zdroje musí odpovídat nebo být vyšší než limitní hodnoty uvedené v nařízení vlády č. 352/2002 Sb., viz tabulka č. 4 a 5.

Jmenovitý tepelný výkon [kW]	Minimální účinnost spalování podle data výroby malého spalovacího zdroje [%]		
	do 31. 12. 1982	do 31. 12. 1985	od 1. 1. 1990
11 až 25	85	86	88
25 až 50	86	87	89
větší než 50	87	88	90

Tabulka č. 4: Limitní hodnoty účinností spalování pro malé spalovací zdroje spalující kapalná a plynná paliva pro uvedený výkonový rozsah.

Zdroj: Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

Jmenovitý tepelný výkon [kW]	Minimální účinnost spalování podle data výroby malého spalovacího zdroje [%]		
	do 31. 12. 1982	do 31. 12. 1985	od 1. 1. 1990
15 až 20	68	69	70
20 až 50	70	71	72
větší než 50	72	73	74

Tabulka č. 5: Limitní hodnoty účinností spalování pro malé spalovací zdroje spalující tuhá paliva pro uvedený výkonový rozsah.

Zdroj: Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

Malý zdroj musí také splňovat podmínku maximální koncentrace CO (oxidu uhelnatého) ve spalinách, hodnota maximální koncentrace CO_{MAX} je $1000 [\text{ml}/\text{m}^3]$. Skutečná hodnota se určí se z naměřeného množství CO ve spalinách a přebytku vzduchu ve spalinách, podle:

$$CO_{MAX} = CO \cdot \lambda,$$

kde CO je naměřené množství oxidu uhelnatého a λ je vypočtený přebytek vzduchu ve spalínách, při referenčním obsahu kyslíku 3[%] pro plynná paliva a 6[%] pro tuhá paliva.

Jak již bylo uvedeno, součástí nařízení vlády č. 352/2002 Sb. jsou také emisní limity pro stacionární pístové spalovací motory, které jsou zahrnuty v kategorii velké a střední zdroje znečištění, viz tabulka č. 6 a 7.

Jmenovitý tepelný výkon [MW]	Emisní limit [mg/m ³], vztaženo na normální stavové podmínky					Referenční obsah kyslíku [%]
	Tuhé znečišťující látky	SO ₂	NO _x	CO ₂	Organické látky jako ΣC	
větší než 0,2 a menší než 50	120 (pro kapalná paliva)		2000 (vznětové motory, s tepelným výkonem nad 5 MW) 4000 (vznětové motory s tepelným výkonem do 5 MW)	650	150	8

Tabulka č. 6: Emisní limity pro stávající stacionární pístové spalovací motory.

Zdroj: Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

V tabulce č. 6 jsou uvedeny hodnoty emisních limitů pro stávající stacionární pístové spalovací motory, které se řadí do kategorie velké a střední zdroje, tedy s výkonem od 0,2 do 50 MW. Pro veškeré výkony a pro každou složku výfukových plynů jsou stanoveny jedny maximální emisní hodnoty. Pouze hodnota limitu pro emise NO_x je rozdělena dále podle druhu motoru a jeho tepelného výkonu.

Kapacita, technický typ, specifikace paliva	Emisní limit [mg/m ³], vztaženo na
zážehové (Ottovy) motory, 4takové, nad 1MW jmenovitého	
- motory spalující chudou směs	250
- ostatní motory	50
vznětové (Dieselovy) motory:	
- palivo: zemní plyn (motory se vstřikovacím zapalováním)	500
- palivo: těžký topný olej	600
- palivo: dieselový nebo plynový olej	500

Tabulka č. 7: Emisní limity NO_x pro nové stacionární pístové spalovací motory.

Zdroj: Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

V tabulce č. 7 jsou uvedeny emisní limity NO_x pro nové stacionární pístové spalovací motory. Tyto limitní hodnoty měly vstoupit v platnost od 1. 1. 2008, kdy již však nařízení vlády č. 352/2002 Sb. neplatilo a bylo nahrazeno nařízením č. 147/2007 Sb.

3.1.2.2. Nařízení vlády č. 146/2007 Sb.

Toto nařízení ruší nařízení vlády č. 352/2002 Sb., schváleno bylo 30. 5. 2007 a účinnosti nabylo dne 1. 1. 2008 a v současné době je platným právním předpisem udávajícím limitní hodnoty pro složky znečišťující ovzduší.

Stejně jako u předchozího nařízení, jsou i u tohoto nařízení sledovanou veličinou u malých zdrojů znečišťování hodnoty účinnosti spalování daného zdroje a maximální hodnoty koncentrace oxidu uhelnatého.

Způsob, jakým se vypočítá účinnost spalování ve zdroji, je stejný jako v nařízení vlády č. 352/2002 Sb. Potřebné vzorce a vztahy již byly uvedeny výše v kapitole 3.1.2.1. Změnou oproti předchozímu, je způsob, jakým se vypočítá maximální hodnota koncentrace oxidu uhelnatého.

Maximální koncentrace oxidu uhelnatého se vypočítá podle následujícího vzorce,

$$CO_{ref} = CO_{měř} \cdot 1,25 \cdot \frac{21 - O_{2ref}}{21 - O_{2měř}},$$

kde CO_{ref} je požadovaná hodnota a vyjadřuje množství CO při referenčním obsahu kyslíku, $CO_{měř}$ je množství CO naměřené ve spalinách, O_{2ref} je referenční množství kyslíku, $O_{2měř}$ je naměřené množství kyslíku a 1,25 je konstanta hustoty CO [g/l].

Takovým to způsobem určená hodnota koncentrace CO nesmí překročit maximální hodnoty této koncentrace uvedené v následující tabulce č. 8.

Druh paliva	Výkon [kW]	Maximální povolené množství CO_{ref} [mg.m ⁻³]	Referenční obsah kyslíku [%]
Tuhá paliva obecně	nad 15	5.000	6
Dřevo	nad 15	5.000	11
Kapalná paliva	nad 11	1.000	3
Plynná paliva	nad 11	500	3

Tabulka č. 8: Maximální hodnoty vypočtené koncentrace CO_{ref} ve spalinách.

Zdroj: Nařízení vlády 146/2007 Sb.

Pro účinnost spalování v malých zdrojích platí následující limitní hodnoty účinnosti spalování v těchto zdrojích, viz tabulka č. 9 a 10.

Jmenovitý tepelný výkon [kW]	Minimální účinnost spalování podle data výroby malého spalovacího zdroje [%]		
	do 31. 12. 1982	od 1. 1. 1983 do 31. 12. 1989	od 1. 1. 1990
11 až 50	86	87	89
nad 50	87	88	90

Tabulka č. 9: Limitní hodnoty účinnosti spalování pro malé spalovací zdroje spalující kapalná a plynná paliva pro uvedený výkonový rozsah.

Zdroj: Nařízení vlády č. 146/2007 Sb.

Jmenovitý tepelný výkon	Minimální účinnost spalování podle data výroby malého spalovacího zdroje [%]		
	do 31. 12. 1982	od 1. 1. 1983 do 31. 12. 1989	od 1. 1. 1990
15 až 50	68	70	72
nad 50	72	73	74

Tabulka č. 10: Limitní hodnoty účinnosti spalování pro malé spalovací zdroje spalující tuhá paliva pro uvedený výkonový rozsah.

Zdroj: Nařízení vlády č. 146/2007 Sb.

Dalšími uvedenými limitními hodnotami jsou limity pro stacionární pístové spalovací motory tak, jak je stanoví nařízení vlády č. 146/2007 Sb.

Z následující uvedené tabulky č.11 je jednoznačně viditelné, že toto nařízení vlády se emisemi stacionárních pístových spalovacích motorů zabývá mnohem podrobněji, než nařízení předchozí.

Druh motoru	Druh paliva	Emisní limit podle jmenovitého tepelného příkonu vztažený na normální stavové podmínky a suchý plyn [mg/m ³], při referenčním obsahu kyslíku 5%											
		0,2 až 1 MW				1 až 5 MW				větší než 5 MW			
		NO _x	TZL	Σ C	CO	NO _x	TZL	Σ C	CO	NO _x	TZL	Σ C	CO
Zážehové (Otto) motory	Kapalné palivo	500	130		650	500	130	150	650	500	130	150	650
	Zemní plyn	500			650	500		150	650	500		150	650
	Plynné palivo obecně	1000	130		1300	1000	130	150	1300	500	130	150	650
Vznětové (Diesel) motory	Kapalné palivo	4000	130		650	4000	130	150	650	2000	130	150	650
	Zemní plyn	4000	130		650	4000	130	150	650	2000	130	150	650
	Plynné palivo obecně	4000	130		1300	4000	130		1300	2000	130		650

Tabulka č. 11: Emisní limity pro stacionární motory, jejichž stavba byla zahájena před 17. 5. 2006.

Zdroj: Nařízení vlády č. 146/2007 Sb.

V tabulce č. 11 jsou uvedeny emisní limity pro oxidy dusíku (NO_x), tuhé znečišťující látky (TZL), organické látky (ΣC) a oxid uhelnatý (CO) u jednotlivých druhů zdrojů podle jejich jmenovitého tepelného příkonu. Platí pro zdroje, jejichž stavba nebo přestavba byla zahájena před 17. 5. 2006.

Druh motoru	Druh paliva	Emisní limit podle jmenovitého tepelného příkonu vztahený na normální stavové podmínky a suchý plyn [mg/m ³], při referenčním obsahu kyslíku 5 %											
		0,2 až 1 MW				1 až 5 MW				větší než 5 MW			
		NO _x	TZL	Σ C	CO	NO _x	TZL	Σ C	CO	NO _x	TZL	Σ C	CO
Zážehové (Ottovy) motory	Kapalné palivo	500	130		650	500	130	150	650	500	130	150	650
	Zemní plyn	500			650	500		150	650	500		150	650
	Plynné palivo obecně	1000	130		1300	1000	130	150	1300	500	130	150	650
Vznětové (Dieselové) motory	Kapalné palivo	4000	130		650	4000	130	150	650	2000	130	150	650
	Zemní plyn	4000	130		650	4000	130	150	650	2000	130	150	650
	Plynné palivo obecně	4000	130		1300	4000	130		1300	2000	130		650

Tabulka č. 12: Emisní limity pro stacionární motory, jejichž stavba byla zahájena po 17. 5. 2006.

Zdroj: Nařízení vlády č. 146/2007 Sb.

V tabulce č. 12 jsou uvedeny emisní limity pro oxidy dusíku (NO_x), tuhé znečišťující látky (TZL), organické látky (ΣC) a oxid uhelnatý (CO) u jednotlivých druhů zdrojů podle jejich jmenovitého tepelného příkonu. Platí pro zdroje, jejichž stavba nebo přestavba byla zahájena po 17. 5. 2006. Z tabulek č. 11 a č. 12 je vidět že tyto hodnoty se nikterak neliší.

3.1.3. Nařízení vlády o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování

V souladu s právem Evropských společenství, konkrétně se směrnicí Evropské rady 84/360/EHS ze dne 28. 6. 1984 se toto nařízení zabývá snižováním emisí z průmyslových závodů a různých výrobních provozů.

První nařízení zabývající se touto problematikou bylo vyhlášeno 3. 6. 2002 pod označením 353/2002 Sb. s platností do 31. 12. 2006. Zrušeno bylo nařízením vlády č. 615/2006 ze dne 20. 12. 2006, které začalo platit 1. 1. 2007 a je platné i v současné době.

3.1.3.1. Nařízení vlády 353/2002 Sb.

Jak bylo již uvedeno, nařízení vlády č. 353/2002 Sb. se zabývá emisemi škodlivin v průmyslové výrobě. V následující tabulce jsou uvedeny průmyslová odvětví, pro něž, je toto vládní nařízení určeno, a která se jím musí řídit.

Druh průmyslu
Energetika
Průmyslová výroba zpracování kovů
Zpracování nerostů a výroba nekovových minerálních produktů
Chemický průmysl
Nakládání s odpady
Ostatní zařízení
Zemědělský průmysl

Tabulka č. 13: Seznam průmyslových oborů sledovaných nařízením vlády 353/2002 Sb.

Zdroj: Nařízení vlády č. 353/2002 Sb.

V nařízení vlády jsou pro každý druh průmyslu uvedeny konkrétní druhy výrobních provozů a limitní hodnoty pro emise škodlivin, která jsou při této výrobě vypouštěny do ovzduší. Ostatními zařízeními se dle 353/2002 Sb. rozumí například závody na výrobu buničiny ze dřeva, prádelny a barvírny vláken a textilií, závody potravinářského průmyslu, krematoria, pražírny kávy nebo například čistírny odpadních vod.

Značka	Název škodliviny
VOC	Těkavé organické látky (organický uhlík)
NO ₂	Oxid dusičitý
TZL	Tuhé znečišťující látky
SO ₂	Oxid siřičitý
SO _x	Oxidy síry
NH ₃	Amoniak
HCl	Chlorovodík
HF	Fluorovodík
CO	Oxid uhelnatý

Tabulka č. 14: Seznam sledovaných látek.

Zdroj: Nařízení vlády č. 353/2002.

V předchozí tabulce jsou uvedeny škodliviny, které byly tímto nařízením kontrolovány.

Oxidy síry (SO_x) se rozumí oxid siřičitý (SO_2) nebo oxid sírový (SO_3), případně může být v poznámce doplněn i jiný oxid síry, než je zde uvedeno. Všechny hodnoty jsou měřeny při určitém referenčním obsahu kyslíku. Ten se v tomto případě značí O_2R .

Z uvedeného vyplývá, že toto nařízení vlády se nezabývá stacionárním spalovacími motory nebo spalovacími kotli, jak bylo zadáno, nebudou tudíž uvedeny konkrétní hodnoty emisních limitů, jako tomu bylo u předchozích dvou nařízení (č. 352/2002 Sb., č. 146/2007 Sb.).

3.1.3.2. Nařízení vlády 615/2006 Sb.

Toto nařízení vlády navazuje svým předmětem úpravy na nařízení předešlé, tedy na nařízení vlády 353/2002 Sb. a v současné době je platným právním předpisem.

Průmyslová odvětví a obory, kterými se zabývá a v nichž omezuje emise škodlivin, jsou s předchozím nařízením shodná. Shodují se také jednotlivé složky emisí, které jsou sledovány a omezovány.

V příloze tohoto zařízení jsou uvedeny konkrétní limitní hodnoty, jež jsou sledovány. Tato příloha obsahuje limitní hodnoty ve dvou verzích. První soubor emisních hodnot byl platný od začátku platnosti nařízení, tj. od 1. 1. 2007, až do 31. 12. 2009. Druhý soubor nabyl účinnosti od 1. 1. 2010 až do současné doby, kdy je v této oblasti platným právním předpisem.

3.1.4. Vyhláška č. 205/2009 Sb.

Vyhláška č. 205/2009 Sb., o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší byla schválena 23. 6. 2009 a účinná je od 18. 7. 2009.

Předmětem úpravy této vyhlášky jsou obecné emisní limity znečišťujících látek, rozsah a způsob měření emisí znečišťujících látek ze stacionárních zdrojů, měření účinnosti spalování u malých spalovacích zdrojů, přípustná tmavost kouře některé další záležitosti týkající se stacionárních spalovacích zdrojů jako je provozní evidence nebo autorizace osob pro autorizované měření těchto zdrojů.

Rozsah a způsob měření podle vyhlášky č. 205/2009 Sb.:

- měření se provádí v místě vyústění plynů do okolního prostředí nebo v takovém místě, kde již plyn není nijak ovlivněn,
- má-li zdroj více vyústění, limitní hodnota se vztahuje ke každému z nich,

- měření lze nahradit výpočtem v případech, kdy nelze zaručit přesnost měření nebo jestliže je zdroj provozován méně než 300 hodin za kalendářní rok, nevztahuje se pro zvláště velké spalovací zdroje.

U spalovacích zdrojů se neprovádí měření emisí:

- tuhých znečišťujících látek, jestliže zdroj spaluje výlučně zemní plyn, vodík, propan, butan a jejich směsi nebo bioplyn, nevztahuje se na zdroje s tepelným příkonem 100 MW a vyšším,
- tuhých znečišťujících látek u zdroje s tepelným výkonem do 5 MW, který spaluje nízkosírná kapalná paliva (lehký topný olej, naftu nebo zkapalněné ropné plyny),
- oxidu siřičitého u zdroje spalujícího plyná a kapalná paliva se zaručeným nízkým obsahem síry, nevztahuje se na zdroje s tepelným příkonem 100 MW a vyšším.

Dále tato vyhláška stanoví přesné podmínky a způsob provádění jednorázových a kontinuálních měření. Způsob měření účinnosti spalování u malých zdrojů, který je také zachycen v této vyhlášce je shodný s postupem v nařízení vlády č. 352/2002 Sb. a v této práci byl již uveden.

V přílohách k nařízení vlády jsou, pak uvedeny přesné skupiny znečišťujících látek jejich limitní hodnoty, z důvodu obsáhlosti práce nejsou v textu uvedeny.

3.2. Emisní předpisy v ostatních zemích

V této části práce jsou stručně uvedeny emisní limity pro stacionární spalovací motory v ostatních vybraných státech a v Evropské unii. Vybranými státy jsou Japonsko a USA, ze států Evropské unie jsem vybral německé předpisy Ta-Luft.

3.2.1. Vybrané emisní předpisy platné v EU

SMĚRNICE RADY 96/62/ES ze dne 27. září 1996 o posuzování a řízení kvality vnějšího ovzduší:

Cíle této směrnice jsou posuzovat kvalitu ovzduší v Evropském společenství (dále jen ES), získávat informace o kvalitě ovzduší a udržovat kvalitu ovzduší ve stanovené míře.

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 97/68/ES ze dne 16. prosince 1997 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se opatření proti emisím plyných znečišťujících látek a znečišťujících částic ze spalovacích motorů určených pro nesilniční stroje:

Sblížení předpisu členských států týkajících se této oblasti je směrnicí rozděleno do dvou etap, první etapa měla být ukončena v roce 1999, druhá v roce 2003. Jako příklad jsou uvedeny limitní hodnoty pro oxid uhelnatý, uhlovodíky, oxidy dusíku a pevné částice.

Netto výkon (P) (kW)	Oxid uhelnatý (CO) (g/kWh)	Uhlovodíky (HC) (g/kWh)	Oxidy dusíku (NO _x) (g/kWh)	Částice (PT) (g/kWh)
130 ≤ P ≤ 560	5,0	1,3	9,2	0,54
75 ≤ P < 130	5,0	1,3	9,2	0,70
37 ≤ P < 75	6,5	1,3	9,2	0,85

Tabulka č. 15: Hodnoty pro první etapu sblížení předpisů členských států.

Zdroj: <http://eur-lex.europa.eu>

Netto výkon (P) (kW)	Oxid uhelnatý (CO) (g/kWh)	Uhlovodíky (HC) (g/kWh)	Oxidy dusíku (NO _x) (g/kWh)	Částice (PT) (g/kWh)
130 ≤ P ≤ 560	3,5	1,0	6,0	0,2
75 ≤ P < 130	5,0	1,9	6,0	0,3
37 ≤ P < 75	5,0	1,3	7,0	0,4
18 ≤ P < 37	5,5	1,5	8,0	0,8

Tabulka č. 16: Hodnoty pro druhou etapu sblížení předpisů členských států.

Zdroj: <http://eur-lex.europa.eu>

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2001/80/ES ze dne 23. října 2001 o omezení emisí některých znečišťujících látek do ovzduší z velkých spalovacích zařízení:

Tato směrnice je již zavedena do právních předpisů platných v České republice, konkrétně do zákona č. 86/2002 Sb., do nařízení vlády č. 353/2002 Sb. a do nařízení vlády 146/2007 Sb.

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY č. 2001/81/ES ze dne 23. října 2001 o národních emisních stropích pro některé látky znečišťující ovzduší.

Evropské společenství si jako celek dalo za cíl splnit tyto národní stropy do konce roku 2010.

	SO ₂ kilotuny	NO _x kilotuny	VOC kilotuny
ES 15	3 634	5 923	5 581

Tabulka č. 17: Národní emisní stropy pro SO₂, NO_x a VOC.

Zdroj: <http://eur-lex.europa.eu>

Pro členské státy Evropské unie platí mnoho dalších nařízení, předpisů a směrnic. V souladu se zadáním práce zde byly uvedeny pouze některé ze základních a také ty, které již přijala Česká republika do své legislativy.

3.2.2. Japonsko

Jako příklad japonských emisních limitů jsou vybrány hodnoty pro nesilniční motory, které jako palivo spalují motorovou naftu a benzín. Hodnoty se vztahují pro motory s výkonem od 19 kW do 560 kW

Výkon	CO	HC	NO _x	PM	Kouřivost
[kW]	[g/kWh]				%
19 ≤ P < 37	5.0	1.0	6.0	0.4	40
37 ≤ P < 56	5.0	0.7	4.0	0.3	35
56 ≤ P < 75	5.0	0.7	4.0	0.25	30
75 ≤ P < 130	5.0	0.4	3.6	0.2	25
130 ≤ P < 560	5.0	0.4	3.6	0.17	25

Tabulka č. 18: Emisní limity pro vznětové nesilniční motory.

Zdroj: DP Porovnání legislativních předpisů pro měření emisí, Souhayl El Hajjam, 2011.

Výkon	CO	HC	NO _x
[kW]	[g/kWh]		
19 ≤ P < 560	20	0.60	0.60

Tabulka č. 19: Emisní limity pro zážehové nesilniční motory.

Zdroj: DP Porovnání legislativních předpisů pro měření emisí, Souhayl El Hajjam, 2011.

3.2.3. USA

Emisní předpisy pro stacionární zdroje jsou v USA rozděleny do čtyř okruhů:

- Elektrárny
- Regionální a státní úroveň regulace emisí
- Průmyslové zdroje
- Ostatní zdroje

U elektrárenských zařízení je požadováno snížení prvků SO_2 a NO_x . Program snižování emisí SO_2 u těchto zdrojů je rozdělen do dvou fází. První fáze byla zahájena 1. 1. 1995 a druhá fáze na ni navázala po 1. 1. 2000. Program snižování emisí NO_x je také rozdělen do dvou fází, účinnost první fáze byla započata 1. 1. 1996 a druhá ji následovala 1. 1. 2000.

Cílem regulace škodlivin u elektrárenských zařízení je snížení produkce SO_2 o 10 000 000 tun do roku 2000, ve srovnání s produkcí této látky v roce 1980. Požadavek na emise NO_x je snížení celkové produkce této látky o 2 000 000 tun také do roka 2000.

Program regulace škodlivin na státní a regionální úrovni je navržen ve třech fázích. V první fázi měl každý z amerických států do roku 2000 předložit vládní agentuře EPA (Environmental Protection Agency - Agentura pro ochranu životního prostředí) emisní limity, které hodlá dodržovat. Ve druhé fázi měly státy od roku 2003 začít s kontrolou dodržování těchto limitů a s udělováním sankcí, za jejich nedodržení. V poslední fázi, v roce 2007 již měly státy splňovat vlastní navržené limity. Agentura EPA pak dohlíží na to, zdali tomu tak opravdu je.

Pro průmyslové zdroje, které rozděluje do 60 kategorií, kde jsou například obsaženy elektrárny využívající tuhá fosilní paliva, spalovny komunálních odpadů nebo například cementárny a další, byly navrženy jednotné předpisy platné po celých USA. Je zde například uvedeno, že při výstavbě nového zařízení tohoto typu musí být nainstalována nejnovější dostupná zařízení pro snížení produkce škodlivin. Na seznamu škodlivin se objevují plyny SO_2 , NO_x , metan, pevné částice a další chemikálie specifické pro dané průmyslové odvětví.

3.2.4. Německo

Německé emisní normy jsou známy pod názvem TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). Jedná se o předpis, který sleduje a upravuje požadavky na kvalitu ovzduší včetně emisí a také se zabývá metodami měření u stacionárních zdrojů. Toto nařízení se zabývá vypouštěnými znečišťujícími látkami ze stacionárních spalovacích motorů poháněných jak plynými tak kapalnými palivy.

První verze předpisů TA-Luft začala platit v roce 1986 a poslední verze byla přijata 24. 6. 2002 pod názvem TA-Luft 2002. Tato verze zavedla oproti svým předchůdcům tvrdší emisní limity pro pevné částice, oxidy síry a oxidy dusíku.

4. Stacionární spalovací motory a spalovací kotle

Během svého dlouholetého historického vývoje prodělala tato zařízení velkou řadu technických změn, ať už se jedná o stacionární spalovací motory nebo spalovací kotle.

U spalovacích motorů se jejich historie začala psát v polovině 19. století a jejich vývoj pokračuje v podstatě dodnes. Na začátku se konstruktéři těchto motorů zabývali naprosto odlišnými problémy, než se zabývají dnes. V současné době se snaží vyrábět motory s co možná nejnižšími provozními náklady, s přijatelným výkonem a hlavně s nejlepšími ekologickými vlastnostmi, zejména s nízkou produkcí škodlivin a také hlučností.

Dnes se stacionární spalovací motory používají především pro pohon elektrických generátorů, kompresorů nebo čerpadel a dále také v kogeneračních jednotkách, což je zařízení sloužící ke kombinované výrobě elektřiny a tepla. Jako palivo většinou slouží zemní plyn, bioplyn, LPG, dřevoplyn nebo i jiné plyny a samozřejmě také motorová nafta.

Vývoj spalovacích kotlů má také dlouhou historii, ať už se zaměříme na používané palivo nebo samotnou konstrukci těchto zařízení. V dávné historii se jako palivo používalo především dřevo a také uhlí, postupně se k nim přidávala i paliva plynná, především zemní plyn nebo propan-butan a také vytápění elektrickou energií. Dalším druhem paliva pro vytápění, které zažívá v současnosti velký rozmach je biomasa.

Biomasa je definována jako hmota organického původu. V souvislosti s energetikou jde nejčastěji o dřevo a dřevní odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky včetně exkrementů užitkových zvířat.

Plodina (100 % sušina)	MJ/kg	Dřevní štěpka dle vlhkosti	MJ/kg
Amaranthus	16.16	Lesní štěpka o vlhkosti 60 %	9.20
Konopí seté	18.06	Lesní štěpka o vlhkosti 40 %	10.10
Koriandr – celá rostlina	18.88	Lesní štěpka o vlhkosti 30 %	12.20
Křídlatka	19.44	Lesní štěpka o vlhkosti 20 %	14.30
Len – sláma	18.58		
Lnička	18.84	Fosilní paliva	
Růže (<i>Rosa sp.</i> R-03)	16.24	Hnědé uhlí	14.50 – 16.50
Řepka ozimá – sláma	18.06	Brikety	22
Súdánská tráva – Hyso	18.06	Černé uhlí	28
Topol štěpka (různé klony)	18.7 – 19.2	Koks	26
Vrba štěpka (různé klony)	18.2 – 19.0		

Tabulka č. 20: Výhřevnost různých biopaliv a jejich porovnání s fosilními palivy.

Zdroj: http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/FRVS/CD_Biomasa_nove/Pdf/VlastnostiBiomasy.pdf

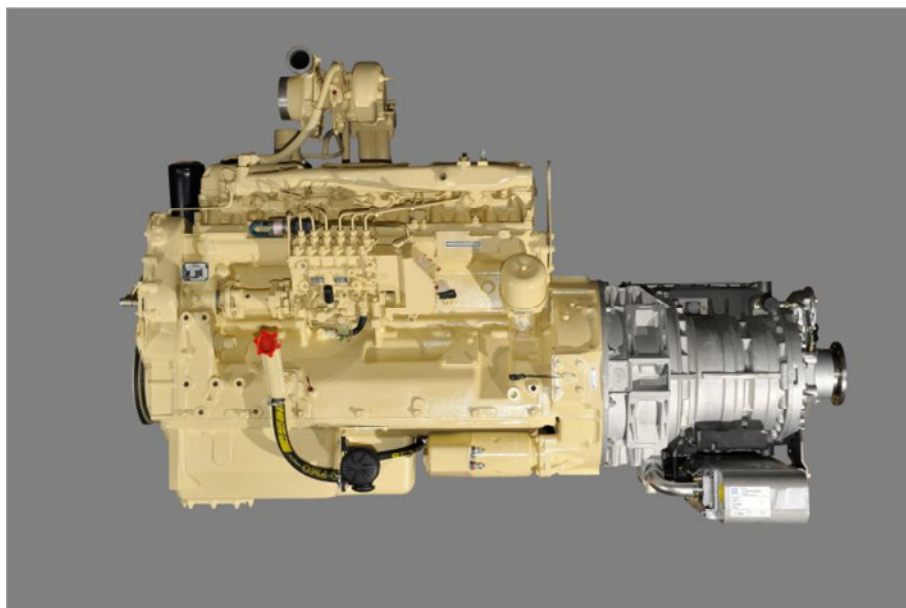
Z porovnání v předešlé tabulce je vidět, že výhřevnost v současné době nejpoužívanějšího paliva vyrobeného z biomasy, dřevní štěrky, je srovnatelné s rovněž hojně používaným hnědým uhlím. Její výhřevnost je však silně závislá na vlhkosti, tedy na kvalitě zpracovaného materiálu.

4.1. Stacionární spalovací motory

Výrobou stacionárních motorů se v současné době zabývá mnoho výrobců. Mezi ty největší v České republice patří společnost TEDOM a.s., divize MOTORY, které je nástupnickou společností LIAZ. Ze světových producentů stojí za zmínku společnost CATERPILLAR, která se kromě výroby stavebních a pracovních strojů zabývá také výrobou stacionárních motorů pro průmyslové použití a kogenerační jednotky.

4.1.1. Příklady současných stacionárních spalovacích motorů

TEDOM TD 175 G5V TW 86:



Obrázek č. 1: Stacionární vznětový motor TEDOM TD 175 G5V TW 86.

Zdroj: <http://motor.tedom.cz/galerie-motory-tedom-a-2.html>.

TEDOM TD 175 G5V TW 86 je vznětový stacionární motor o jmenovitém výkonu 175 [kW] při 1500 [ot/min], motor má stojaté uspořádání, k dostání je i v ležatém uspořádání. Pro dosažení dostatečného výkonu je motor doplněn turbodmychadlem s mezichladičem stlačeného vzduchu. Podle údajů výrobce motor vyhovuje emisní normě TA-Luft 86 s

produkci CO 650 [mg/Nm³] a NO_x 4000 [mg/Nm³], tyto hodnoty jsou také v souladu s předpisy platnými v ČR.

Podle výrobce je vhodným použitím tohoto motoru především pro generátorové ústrojí a kogenerační jednotky.

TEDOM TG 185 G5V TW 86:



Obrázek č. 2: Stacionární zážehový motor TEDOM TG 185 G5V TW

Zdroj: <http://motor.tedom.cz/galerie-motory-tedom-a-2.html>

TG 185 G5V TW 86 je stacionární zážehový motor od společnosti TEDOM určený pro provoz na zemní plyn. Motor dosahuje výkonu 187 [kW] při 1500 [ot/min] a rovněž je doplněn turbodmychadlem s mezichladičem stlačeného vzduchu. Díky provozu na zemní plyn má mnohem příznivější emisní hodnoty, konkrétně vyprodukuje 650 [mg/Nm³] CO a 500 [mg/Nm³] NO_x.

Určen je rovněž pro provoz v elektrických generátorech a v kogeneračních jednotkách. Společnost TEDOM vyrábí rovněž motory pro provoz na plyn propan-butan, dřevní plyn, vodíkový plyn, na bioplyn (obsahuje více než 65% metanu), na čistírenský plyn (obsahuje 50 až 65 metanu) nebo na skládkový plyn (obsahuje méně než 50% metanu). Z tekutých paliv je to kromě klasické motorové nafty také bionafta.

CATERPILLAR:

Společnost CATERPILLAR vyrábí stacionární motory pro elektrocentrály a kogenerační jednotky, jejich motory jsou poháněny motorovou naftou nebo plynem. V České republice se elektrocentrály prodávají pod obchodní značkou Phoenix-Zeppelin, kogenerační jednotky společnost Phoenix-Zeppelin se pak prodává s vlastní obchodní značkou BOOMEL.

Kogenerační jednotky BOOMEL:

Jednotky BOOMEL mohou být poháněny zemním plynem nebo naftou, na přání zákazníka je možný i pohon na další alternativní druhy paliv. Standardní výkonový rozsah je od 384 kWe do 2000 kWe v jednom stroji.

Základem zdroje BOOMEL je vždy elektrocentrála Caterpillar. Návrh a konstrukce další technologie (výměníky, řízení, kapota, rozvaděče a další) závisí na místních podmínkách instalace a požadavcích zákazníka.

Uživateli zdroje BOOMEL[®] jsou menší a střední obce, nemocnice, školy, bytové domy nebo firmy.

Typ kogenerační jednotky	Mechanický výkon [kWe]	Tepelný výkon [kWt]
BOOMEL BU 384	384	519
BOOMEL BU 518	518	622
BOOMEL BU 770	770	1027
BOOMEL BU 1000	1000	1072
BOOMEL BU 1035	1035	1272
BOOMEL BU 1170	1170	1428
BOOMEL BU 1605	1605	1897
BOOMEL BU 1600	1600	1683
BOOMEL BU 1463	1463	1767
BOOMEL BU 2000C	2000	2287
BOOMEL BU 2000E	2000	2135

Tabulka č. 21: Přehled kogeneračních jednotek BOOMEL od společnosti Phoenix-Zeppelin.

Zdroj: http://www.p-z.cz/cs/site/pz-energeticke-sys/ens-kogeneracni_jednotky.htm

4.2. Spalovací kotle:

Spalovací kotel je zařízení, které slouží k ohřevu vody pro vytápění domácností nebo jiných objektů. K ohřevu vody dochází předáním tepelné energie ze spalovaného paliva vodě, která obíhá v okruhu, kde získané teplo předá do okolí, čímž se ochladí a při návratu do kotle

tak může být opět ohřáta.

Tepelná energie pro ohřev vzniká spalováním určeného paliva, kterým může být dřevo, uhlí, zemní plyn, propan-butan nebo jiné druhy plynů, například bioplyn. Moderním palivem pro spalovací kotle jsou v současné době materiály z obnovitelných zdrojů zvané biomasa. Je to především dřevní štěrka nebo pelety a některé zemědělské plodiny (např. obilí).

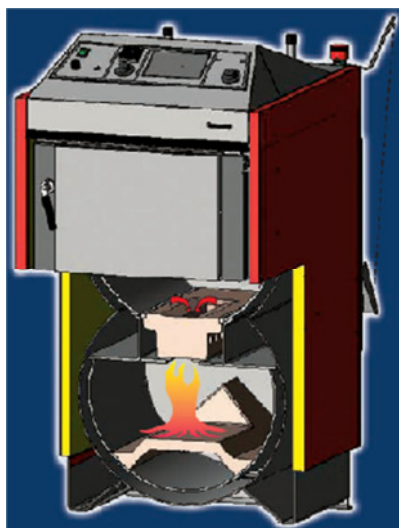
Pelety jsou slisované granule o různých rozměrech, průměr těchto granulí se pohybuje od 6 do 20 mm a délka od 10 až 50 mm. Materiály, které se na pelety zpracovávají, jsou dvojího druhu. Prvním zpracovávaným materiálem jsou odpady po jiné výrobě, to znamená například sláma, plevy, natě nebo dřevní odpad. Druhým zpracovávaným materiálem jsou přímo rostlinné kultury pěstované právě za účelem jejich zpracování pro energii, jedná se především o rychle rostoucí dřeviny.

Pelety mohou být spalovány v zařízeních, která jsou k tomu předurčena, v jiných zařízeních by nebylo dosaženo takové efektivity a jejich provoz by byl neekonomický. Spalování pelet lze ve většině případů také kombinovat se spalováním obilí. Záleží ovšem na konstrukci kotle.

4.2.1. Příklady moderních spalovacích kotlů

V následujícím krátkém přehledu budou ukázány některé ze současných moderních spalovacích kotlů od různých výrobců, především v návaznosti na to jaké používají palivo.

ATMOS DC 32GS:



Obrázek č. 3: Zplynovací kotel na dřevo ATMOS DC 32GS

Zdroj: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-001-kotle-na-drevo>

Zplynovací kotel na dřevo DC 32GS od tradičního českého výrobce ATMOS, je navržen pro spalování dřeva na principu generátorového zplynování s použitím odtahového ventilátoru, který odsává spaliny z kotle, nebo s použitím tlačného ventilátoru, který vhání spalovací vzduch do kotle, tím je dosaženo požadovaných emisních hodnot.

Těleso kotle je vyrobeno jako svařenec z ocelových plechů o síle 3 až 8 mm. Kotel je tvořen násypkou, která je ve spodní části opatřena zplynovací tryskou s podélným otvorem pro průchod spalin a plynů. Ve spodní části kotle je také prostor pro dohoření všech zbylých spalitelných látek. V zadní části je pak svislý spalinový kanál opatřený klapkou pro zatápění, který ústí do komína.

Kotel je určen pro spalování suchého dřeva s výhřevností 15 až 18 MJ/kg o vlhkosti 12 až 20 %.

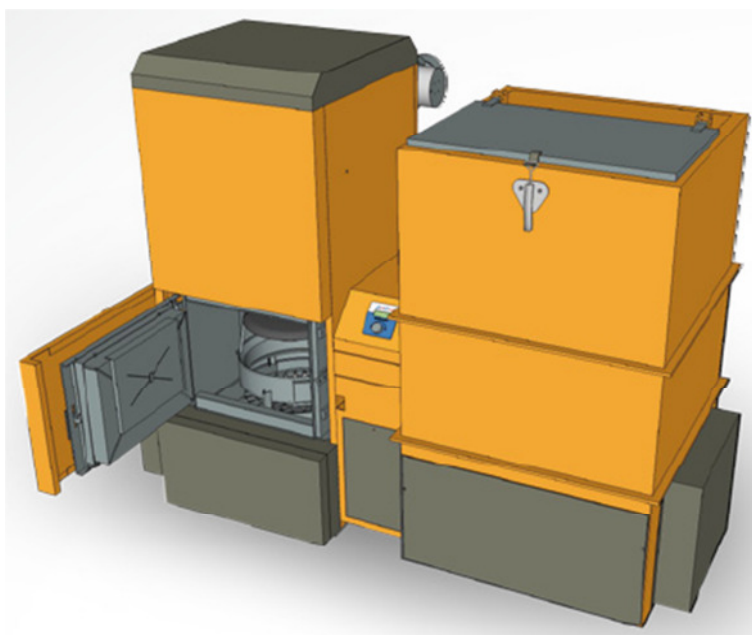
Technické údaje:

Parametr	Výkon [kW]	Předepsaný tah komína [Pa]	Hmotnost kotle [kg]	Objem vody [l]	Obsah násypky [m ³]	Účinnost [%]
Hodnota	25 - 35	25	415	80	0,13	81 - 90

Tabulka č. 22: Technické údaje kotle ATMOS 32GS.

Zdroj: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-001-kotle-na-drevo>.

CATfire HAMONT:



Obrázek č. 4: Kotel HAMONT od výrobce CATfire.

Zdroj: http://www.catfire-service.com/uploads/files/prospekty/mala_rada.pdf

Kotel HAMONT od českého výrobce CATfire je určen pro spalování různých druhů biomas. Výrobce udává, že je schopen spalovat piliny, hobliny, dřevní štěpku, pelety nebo dřevěné brikety. Vyráběn je v šesti variantách s výkonem 15 kW, 25 kW, 40kW, 60kW, 80kW a 100 kW a na přání zákazníka může být doplněn dopravníkem pro dodávání paliva ze skladu nebo je standardně osazen násypkou na palivo o objemu od 1 m³ až 1,4 m³.

Za provozu je palivo ze zásobníku pomocí pásového dopravníku dopravováno do kruhové vysokotlaké spalovací komory s přívodem primárního vzduchu, sekundární vzduch je pak přiváděn nad tuto komoru. Popel je po dohoření vynášen ze spalovací komory pomocí dvou šneků do zásobníku popela.

Kotel je realizován jako automatický a bezobslužný včetně automatického zapalování a regulace výkonu v rozsahu od 30 do 100 %. Řídící jednotka optimalizuje výkon kotle v celém rozsahu kontinuálním snímáním přebytku kyslíku lambda sondou ve spalinách. Jednotka rovněž může informovat obsluhu kotle o stavu pomocí mobilního telefonu.

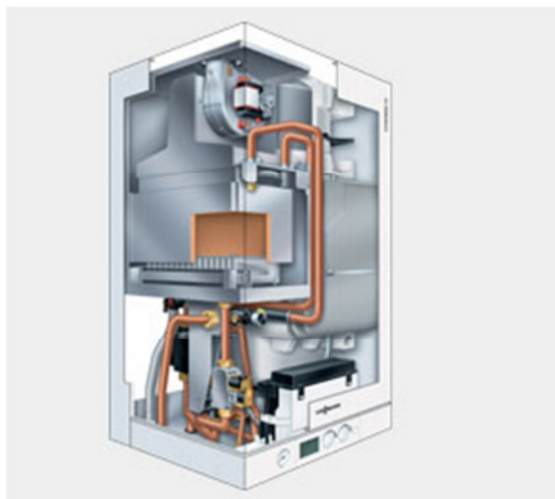
Technické údaje:

Parametr	Výkon [kW]	Teplota ohniště [°C]	Maximální velikost paliva [cm]	Objem vody [l]	Obsah násypky [m3]	Účinnost [%]
Hodnota	25	900 - 1100	3	64	1 - 1,4	90,3

Tabulka č. 23: Technické údaje kotle HAMONT

Zdroj: http://www.catfire-service.com/uploads/files/prospekty/mala_rada.pdf

VIESSEMANN VITOPEND 111-W:



Obrázek č. 5: Plynový kotel VIESSEMANN VITOPEND 111-W.

Zdroj: http://www.viessmann.cz/cs/products/Gas-fired-boilers/vitopend_111-w.html

Plynový kotel VITOPEND 111-W od německého výrobce VIESSEMANN je konstruován jako závěsné zařízení, které kombinuje vytápění s ohřevem pitné vody. Provoz zařízení může být anebo není závislý na teplotě místnosti, v níž se nachází, to záleží na potřebě zákazníka. Hlavní výhodou těchto závěsných kotlů je snadná a rychlá montáž. Pro dosažení nízkých emisních hodnot je kotel vybaven vysokotlakým spalovacím prostorem s atmosférickým hořákem.

Výkon tohoto zařízení je v závislosti na zatížení od 10,5 až do 24 kW, případně při ohřevu vody až 30 kW. Nádrž na ohřev vody má objem 46 l a je možné v ní ohřát až 18 l/min.

Obsluha je realizována pomocí dvou otočných ovladačů a veškeré informace jsou uživateli zobrazovány na digitálním rozhraní.

Technické údaje:

Parametr	Výkon [kW]	Spotřeba při max. výkonu [m ³ /h]		Objemový tok vody [l/h]	Hmotnost kotle [kg]	Účinnost [%]
		Zemní plyn	Zkapalněný plyn			
Hodnota	10,5 - 24	4,01	2,56	1000	67	81 - 90

Tabulka č. 24: Technické údaje kotle VIESSEMANN VITOPEND 111-W

Zdroj: http://www.viessmann.cz/cs/products/Gas-fired-boilers/vitopend_111-w.html

5. Přehled technických parametrů analyzátorů pro měření emisí

Měření emisí je základním způsobem, jak určit množství jednotlivých složek škodlivin v plynech vypouštěných do ovzduší ze spalovacích zařízení, ať už se jedná o stacionární spalovací motor nebo o spalovací kotel. Měření provádí nejen výrobce při realizaci návrhu a zkouškách daného zařízení, ale také jeho uživatel při provozu zařízení tak, aby si ověřil správnou funkci celého zařízení a mohl tak dodržovat platné emisní normy.

Mezi látky, jejichž limitní hodnota je dána vládní legislativou a které u stacionárních spalovacích motorů sledujeme patří oxid uhličitý (CO), oxidy dusíku (NO_x), tuhé znečišťující látky (TZL) a organické látky označované jako ΣC . U malých zdrojů znečišťování, jakými jsou spalovací kotle, zjišťujeme účinnost spalování v tomto zařízení a také množství vypouštěného oxidu uhelnatého CO.

V této části budou uvedeny a stručně popsány některé vybrané způsoby měření, které využívají měřicí přístroje. Dále zde budou ukázány měřicí přístroje od různých výrobců, ať už pro analyzování spalín spalovacích motorů nebo pro měření spalovacích kotlů.

5.1. Analyzátory

Analyzátozem je nazýváno zařízení pracující automaticky nebo poloautomaticky, které slouží ke kvalitativnímu nebo kvantitativnímu měření kapalných nebo plyných látek, případně směsi více látek. Toto měření probíhá na základě sledování fyzikálních, chemicko-fyzikálních nebo chemických změn.

5.1.1. Rozdělení analyzátorů

Obecně lze analyzátory rozdělit do dvou skupin a to na mobilní a stacionární. Mobilním analyzátozem se rozumí takový přístroj, který je lehký a snadno přenosný. Takové přístroje slouží například k měření emisí u automobilů nebo ke kontrolnímu měření účinnosti spalování a množství vypouštěných škodlivin u spalovacích kotlů.

Stacionární přístroje pak slouží k dlouhodobým měřením koncentrací různých plynů. Jedná se například o měření množství škodlivin v městských aglomeracích, silničních tunelech nebo v podzemních garážích. Mezi stacionární měřicí zařízení můžeme také zařadit přístroje používané v laboratořích a jiných výzkumných zařízeních, kde jsou napevno zabudována a měřený zdroj je k nim dopraven a připojen.

Toto rozdělení nemá z technického hlediska až takový význam, jako rozdělení analyzátorů podle principu, na jehož základě vlastní zjišťování množství škodlivin probíhá. Tyto funkční principy jsou v podstatě tři a to fyzikální, fyzikálně-chemické a chemické.

Analyzátory založené na fyzikálním principu měření zpracovávají některou z fyzikálních veličin, která má přesně definovaný vztah ke složení měřené směsi. Hlavním znakem je, že měřený plyn není vlastním měřením nikterak ovlivněn, což znamená, že po takovém měření mohou následovat i měření jiná.

Fyzikálně-chemické analyzátory sledují fyzikální jevy spojené s určitou chemickou reakcí, které se sledovaná směs plynů účastní. Na základě fyzikálního jevu je pak vyhodnoceno složení směsi, respektive obsah jednotlivých složek.

Výhodou analyzátorů využívajících chemického principu měření je vysoká selektivita. Při takovémto měření je ve většině případů k měřenému plynu přidávána ještě další látka, díky níž proběhne potřebná chemická reakce a pomocí které určíme množství zjišťované složky v měřené směsi. Tyto analyzátory se používají především tam, kde nelze dostatečně využít jiná zařízení.

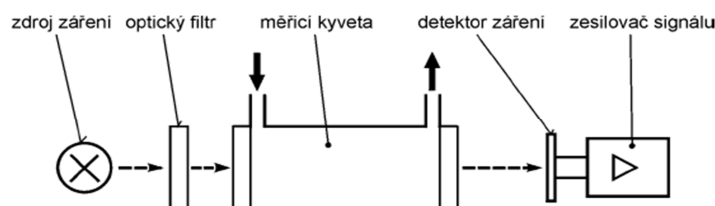
5.1.2. Vlastní principy měření analyzátorů

5.1.2.1. Optické analyzátory

U optických analyzátorů dochází k ovlivnění elektromagnetického záření ve viditelné, ultrafialové nebo infračervené oblasti. Podstatou měření je absorpce světla v měřeném vzorku. To znamená, že se daný vzorek plynu prosvítí určitým typem světla, přičemž záleží na konstrukci přístroje, a při průchodu tohoto světla plynem dojde k zeslabení jeho intenzity. Úbytek intenzity světla je pak přímo úměrný složení měřeného plynu.

Uspořádání optických analyzátorů:

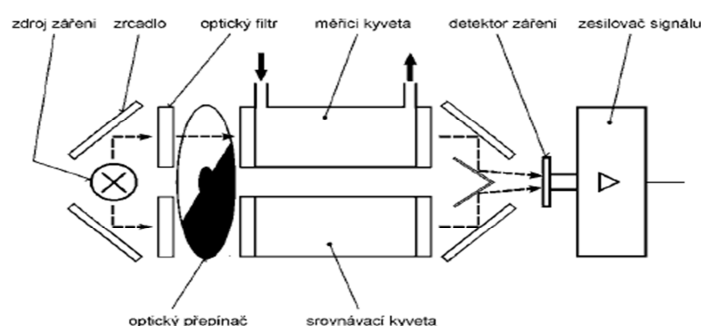
1. Jednopaprskové uspořádání:



Obrázek č. 6: Jednopaprskový fotometr

Zdroj: web.vscht.cz/kadleck/archiv/mt_chi/.../MT-CHI_06_Plyny-2.pdf

2. Dvoupaprskové uspořádání:



Obrázek č. 7: Dvoupaprskový fotometr

Zdroj: web.vscht.cz/kadleck/archiv/mt_chi/.../MT-CHI_06_Plyny-2.pdf

Druhy optických analyzátorů:

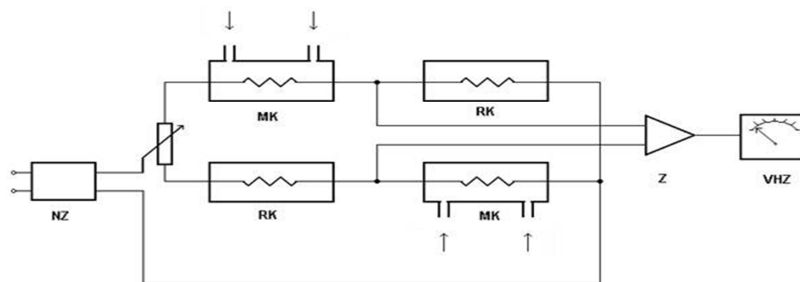
1. Optické analyzátory pracující ve viditelné oblasti.
2. Optické analyzátory pracující v ultrafialové oblasti.
3. Optické analyzátory pracující v infračervené oblasti.
 - a) Disperzní analyzátory (DIR)
 - b) Nedisperzní analyzátory (NDIR)

5.1.2.2. Teplotně vodivostní analyzátory

Jednou z vlastností, kterou jsou charakterizovány čisté plyny, je tepelná vodivost, teplotně vodivostní analyzátory tedy slouží k určení množství čistého plynu, ale také směsi plynů ve výfukových plynech.

Princip je takový, že do měřicí komory je přiváděna měřená směs, touto komorou prochází tenký platinový drát zahříváný na teplotu 100°C až 150°C. Vlivem průchodu plynu je drát ochlazován a tím se mění jeho elektrický odpor. Porovnáním tohoto odporu z elektrickým

odporem drátku v referenční komoře, která je naplněna vzorkem zjišťovaného plynu, můžeme určit obsah zjišťovaného plynu v dané směsi.



Obrázek č. 8: **Blokové schéma uspořádání teplotně vodivostního senzoru**

Zdroj: http://homel.vsb.cz/~ott007/TPA-Otte.htm#_Toc153970093

Legenda: MK - měřící komora
 RK - referenční komora
 NZ - napěťový zdroj
 VHZ - vyhodnocovací zařízení

5.1.2.3. Magnetické analyzátory

Protože jsou magnetické analyzátory vysoce selektivní, využívají se především pro určování čistého kyslíku ve směsi plynů.

Základem jejich činnosti je magnetická susceptibilita (κ), která je pro každý plyn rozdílná a se zvyšující se teplotou stoupá. Technické plyny můžeme rozdělit na diamagnetické ($\kappa < 0$) a paramagnetické ($\kappa > 0$). Látka s větší susceptibilitou je přitahována do míst s větší intenzitou magnetického pole a naopak látka s nižší susceptibilitou je tímto polem odpuzována.

Dva způsoby jakými takové měření probíhá je metoda statická a metoda dynamická

Druhy magnetických analyzátorů:

1. Magnetomechanický analyzátor kyslíku (**statická metoda**).
2. Přístroj s kruhovou komorou (**dynamická metoda**).
3. Přístroj s topným drátem (**dynamická teplota**)
4. Magnetopneumatický analyzátor

5.1.2.4. Elektrochemické analyzátory

Tyto analyzátory lze rozdělit na galvanometrické senzory a ampérometrické senzory. Dalším typem je senzor s pevným elektrolytem.

Jejich hlavním použitím je měření obsahu kyslíku v různých směsích. Elektrochemický senzor se například využívá jako lambda sonda pro měření zbytkového kyslíku u spalovacích motorů.

5.1.2.5. Analyzátory s ionizační detekcí

U těchto analyzátorů dochází působením vhodného druhu energie na měřenou směs ke vzniku elektricky nabitých částic. Tento zdroj energie může být buď teplo z plamene a nebo energie ultrafialového záření.

Druhy ionizačních analyzátorů:

1. Plamenoionizační detektor (FID).
2. Fotoionizační detektor

Plamenoionizační detektory se používají při měření emisí z motorových vozidel, při kontrole atmosféry v dolech, tunelech, garážích a odpadních kanálech nebo pro provozní průmyslovou kontrolu (měření čistoty inertních plynů, zjišťování netěsnosti potrubí a aparatur apod.).

Fotoionizační detektory se používají zejména v přenosných přístrojích pro měření nízkých koncentrací organických látek v ovzduší s měřicím rozsahem 0,1 až 2 000 ppm.

5.1.2.6. Polovodičové pevnolátkové elektrochemické senzory

Tyto senzory jsou určeny pro měření koncentrace oxidačních nebo redukčních plynů, obecně je lze rozdělit do dvou skupin na senzory s povrchovou detekcí a na senzory s objemovou detekcí.

Jejich hlavním využitím je měření obsahu kyslíku nebo oxidu uhelnatého ve výfukových plynech spalovacích motorů. Výhodou je především nízká cena senzorů.

5.2. Přehled výrobců analyzátorů a jejich produktů:

Výrobou zařízení pro měření emisí se v současné době zabývá mnoho výrobců. Mezi hlavní výrobce těchto analyzátorů patří společnosti HORIBA, Hartman-Braun nebo ATALA. Dalšími výrobci jsou například společnost MRU, vyrábějící přenosné i stacionární analyzátory používané v plynárenství a energetice.

5.2.1. Požadavky na analyzátory:

1. Spolehlivý provoz a dlouhá životnost bez časté a nákladné údržby.
2. Možnost měření co největšího množství složek.
3. Velký rozsah měření, citlivost a dlouhodobost měření.
4. Nízké pořizovací a provozní náklady.
5. 2.5 Volba druhu analyzátoru

5.2.2. Přehled analyzátorů:

HORIBA ENDA - 600:



Obrázek č. 9: Analyzátor HORIBA ENDA 600

Zdroj: <http://www.horiba.com/cz/processenvironmental/products/combustion/cem-s-stack-gas-emission/details/enda-600-series-stack-gas-analyzer-system-1538/>

Analyzátory této řady jsou určeny pro kontinuální měření emisí a analýzu spalín. Zařízení umožňuje přesné měření až 5 látek najednou, jsou to NO_x, SO₂, CO, CO₂ a O₂.

Podle výrobce má ENDA - 600 vysokou stabilitu měření a nízké provozní náklady, mezi

jeho výhody patří také automatická kalibrace a diagnostika celého systému. Je vhodný pro měření spalín kotlů, velkých spaloven, plynových turbín, ale také pro procesní měření.

Výrobce dodává toto zařízení jako kompletní systém včetně odběrové sondy a vyhodnocovací výpočetní techniky.

Technické údaje:

Princip měření	Nedisperzní infračervená absorpce s cross-flow modulací, pro O ₂ paramagnetický princip		
Rozsah měření	Látka	Standartní rozsah	Doplňkový rozsah
	NO_x	200-5000 ppm	100-5000 ppm
	SO₂	200 - 5000 ppm	50 ppm - 1 %
	CO	200 - 5000 ppm	50 ppm - 1 %
	CO₂	5 - 50 vol%	
	O₂	5 - 25 vol%	
Reprodukovatelnost	± 0,5% plného rozsahu		
Drift	nula: ± 1 % plného rozsahu za týden		
	span: ± 2 % plného rozsahu za týden		
Linearita	± 1 % plného rozsahu		
Doba náběhu (T₉₀)	< 60 s pro NO _x , CO, CO ₂ , O ₂ < 185 s pro SO ₂		
Průtok plynu	2,5 až 3,0 l/min celkově, z toho 0,8 l/min vlastním analyzátozem		
Tlak měřeného plynu	4,9 kPa (500 mm vodního sloupce) na vstupu měřícího přístroje		
Okolní pracovní teplota	-5 až +40°C, na přání -15°C s topením a izolací nebo pro více než +40°C s klimatizací		
Kalibrace	automatická i manuální se zadání nulového a span plynu v intervalech 1 až 9 dní, nulový plyn: okolní vzduch katalyticky čištěný, span plyn: z tlakové láhve, pomocný plyn pro kanál O ₂ : okolní vzduch		
Autodiagnostika	aktivní kalibrace, chybná kalibrace, údržba, porucha, průtok vzorku, porucha chladiče, výpadek napájení, identifikace měřících rozsahů		
Napájení	230 V / 47,5 - 63,0 Hz, 1 kV		
Rozměry a hmotnost	800 2000 x 800 mm (š x v x h), dveře vpředu, cca 200 kg		

Tabulka č. 25: Technické údaje analyzátoru ENDA - 600

Zdroj: <http://www.horiba.com/cz/processenvironmental/products/combustion/cems-stack-gas-emission/details/enda-600-series-stack-gas-analyzer-system-1538/>

HORIBA PG 250:



Obrázek č. 10: Analyzátor HORIBA PG 250

Zdroj: <http://www.horiba.com/us/en/process-environmental/products/combustion/details/pg-250-portable-multi-gas-analyzer-264/>

PG-250 je přenosný analyzátor od společnosti HORIBA pro měření plynů NO_x, SO₂, CO, CO₂, O₂ v lehkém provedení, jenž slouží pro krátkodobá, ale přesto kontinuální měření za použití stejných metod měření jako u velkých stacionárních systémů. Přístroj je díky své mobilitě ideální pro měření na různých technologických zařízeních, kouřovodech, komínkách a podobně.

Technické údaje:

Princip měření	Nedisperzní infračervená absorpce s cross-flow modulací, NO _x chemiluminiscence, O ₂ paramagnetický princip	
Rozsah měření	Látka	Rozsah měření
	NO _x	0-25/50/100/250/500/1000/2500 ppm
	SO ₂	0-200/500/1000/3000 ppm
	CO	0-200/500/1000/2000/5000 ppm
	CO ₂	0-5/10/20 vol%
	O ₂	0-5/10/25 vol%
Reprodukovatelnost	± 0,5% plného rozsahu pro NO _x <100 ppm a CO<1000 ppm ± 1,0% plného rozsahu pro ostatní	
Drift	± 1% plného rozsahu za den	
Linearita	± 2,0% plného rozsahu	
Doba náběhu (T₉₀)	< 45s pro SO ₂ < 240 s	
Průtok plynu	0,4 l/min	
Podmínky pro měřený plyn	teplota: < 40°C obsah vody: rosný bod ≤ okolní teplota prach: ≤ 0,1 g/m ³ tlak: ± 0,98 kPa	
Okolní pracovní teplota	+5 až +40°C	
Okolní vlhkost	≤ 85%	
Napájení	100 -120V, 200 - 240 V / 50 - 60 Hz, 250 VA / 400 VA	
Rozměry a hmotnost	260 260 x 510 mm (š x v x h), cca 17 kg	

Tabulka č. 26: Technické údaje analyzátoru HORIBA PG 250

Zdroj: <http://www.horiba.com/us/en/process-environmental/products/combustion/details/>

ATALA AT 505:



Obrázek č. 11: Analyzátor ATALA AT 505

Zdroj: http://atal.cz/page.php?m_ssekce=12&&lang=cz

AT 505 je modulový analyzátor od společnosti ATALA, určený pro měření emisí zážehových motorů, měřená data nejsou zobrazována přímo na zařízení, je tedy nutno připojit tento přístroj k PC. Mezi měřené hodnoty patří složky výfukových plynů CO, CO₂, HC, O₂ a součinitele lambda, přístroj také automaticky vypočítává hodnotu CO_{COR}. Pro měření NO_x je nutné dokoupit příslušenství pro měření této hodnoty, jde o elektrochemický článek. Dalším příslušenstvím je např. modul pro měření otáček a teploty motoru pomocí OBD systému.

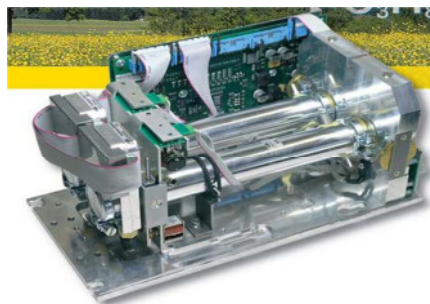
Technické údaje:

Princip měření		
Rozsah měření	Látka	Rozsah měření
	CO	0 - 10 % vol
	CO ₂	0 - 20 % vol
	HC	-12 - 9000 ppm vol
	O ₂	0 - 21 % vol
	NO _x	0 - 5000 ppm vol
	Lambda	0,500 - 2,000
Reprodukovatelnost	-	
Drift	-	
Linearita	-	
Doba náběhu (T ₉₀)	max. 10 min	
Průtok plynu	-	
Podmínky pro měření	-	
Okolní pracovní teplota	5 až 40°C	
Okolní vlhkost	max. 90%	
Napájení	100 až 240 V AC, 47 až 63 Hz nebo 10 až 18 V DC	
Rozměry a hmotnost	170 x 190 x 330 (š x v x h), cca 6 kg	

Tabulka č. 27: Technické údaje analyzátoru ATALA AT 505

Zdroj: http://atal.cz/page.php?m_ssekce=12&&lang=cz

Hartmann-Braun URAS 26:



Obrázek č. 12: Analyzátor HARTMANN-BRAUN URAS 26

Zdroj: [http://www05.abb.com/global/scot/scot205.nsf/veritydisplay/1726da24d18a182fc1256c8a004c987a/\\$file/4223490e.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot205.nsf/veritydisplay/1726da24d18a182fc1256c8a004c987a/$file/4223490e.pdf)

Průmyslový analyzátor URAS 26 od společnosti Hartmann-Braun umožňuje měření koncentrace až čtyř různých složek obsažených v měřeném vzorku. Jako princip měření je využita nedisperzní infračervená absorpce, náplň detektoru musí odpovídat měřeným složkám. To znamená, že se dosahuje optimální citlivosti a vysoké selektivity ve srovnání s ostatními plynnými složkami ve vzorku. K dispozici může také být speciální bezpečnostní banka pro hořlavé a jedovaté plyny.

Technické údaje:

Princip měření	Nedisperzní infračervená absorpce, měření až 4 komponentů	
Rozsah měření	Látka	Rozsah měření
	CO	0 - 100 ppm
	CO ₂	0 - 100 ppm
	NO	0 - 150 ppm
	SO ₂	0 - 100 ppm
	N ₂ O	0 - 100 ppm
	CH ₄	0 - 100 ppm
Reprodukovatelnost	0,5% plného rozsahu	
Drift	nula: 1% plného rozsahu za týden	
	span: 1% naměřeného rozsahu za týden	
Linearita	1% plného rozsahu	
Doba náběhu (T₉₀)	max. 5 s	
Průtok plynu	20 až 100 l/h	
Podmínky pro měření	vstupní tlak plynů: 2 až 500 kPa	
Okolní pracovní teplota	5 až 55°C	
Okolní vlhkost	-	
Napájení	-	
Rozměry a hmotnost	-	

Tabulka č. 28: Technické údaje analyzátoru HARTMANN-BRAUN URAS 26

Zdroj: [http://www05.abb.com/global/scot/scot205.nsf/veritydisplay/1726da24d18a182fc1256c8a004c987a/\\$file/4223490e.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot205.nsf/veritydisplay/1726da24d18a182fc1256c8a004c987a/$file/4223490e.pdf)

MRU SWG 200:



Obrázek č. 13: Analyzátor MRU SWG 200

Zdroj: http://www.mru.cz/PR_GB_SWG.pdf

Analyzátor spalin SWG 200 od německého výrobce MRU, je stacionární analyzátor určený pro kontinuální měření emisí v mírnějších podmínkách s nižší prašností, jako jsou např. plynové kotelny a teplárny. Je určený pro měření složek CO, CO₂, NO, NO₂, HC a O₂, pro které kombinuje metodu nedisperzní infračervené absorpce (pro CO, CO₂ a HC) s elektrochemickými senzory (pro O₂, CO, NO a NO₂).

Technické údaje:

Princip měření	Nedisperzní infračervená absorpce, elektrochemický senzor		
Rozsah měření	Látka	NDIR	Elektrochemický senzor
	CO	0 - 1000 ppm	0 - 10000 ppm
	CO ₂	0 - 5 %	
	NO		0 - 4000 ppm
	NO ₂		0 - 1000 ppm
	HC	0 - 5000 ppm	
	O ₂		0 - 21 %
Reprodukovatelnost	-		
Drift	-		
	-		
Linearita	-		
Doba náběhu (T ₉₀)	-		
Průtok plynu	-		
Teplota měřeného plynu	0 až 1700°C (může být vybaven chlazením vzorku)		
Okolní pracovní teplota	5 až 45°C		
Kalibrace	automatická		
Autodiagnostika	všech komponent		
Napájení	-		
Rozměry a hmotnost	110 nebo 230 V, 50/60 Hz		

Tabulka č. 29: Technické údaje analyzátoru MRU SWG 200

Zdroj: http://www.mru.cz/PR_GB_SWG.pdf

MRU SPECTRA 2000:



Obrázek č. 14: Analyzátor MRU SPECTRA 2000

Zdroj: http://www.mru.cz/PR_GB_SWG.pdf

Ruční analyzátor pro široké použití v oblasti měření a seřizování spalovacích procesů. Standardně vybaven senzorem NO. V přístroji může být vestavěn diferenční manometr pro snadnější seřízení plynových kotlů a tah může být měřen zároveň s analýzou spalín. Díky vytápění vnitřku senzorů nenastávají potíže s kondenzací vody ani při dlouhodobých měřeních. Přístroj vyhovuje všem požadavkům pro autorizované měření emisí středních a velkých zdrojů s kotli do 5MW.

Technické údaje:

Měřené hodnoty	Název veličiny	Rozsah měření
	CO	0 - 4000 ppm (až 10000 ppm)
Vypočtené hodnoty	NO	0 - 1000 ppm (až 5000 ppm)
	O ₂	0 - 21%
	teplota vzduchu a spalín	
	tah komínu	
Standardní vybavení	CO ₂	
	přebytek vzduchu Lambda	
	rosný bod	
	účinnost (u kondenzačních	
Volitelné vybavení	Vytápění vnitřku přístroje.	
	Grafické vyhledávání jádra toku.	
	Paměť pro uložení až 300 vzorků.	
	Sonda s výměnnou trubicí (300 mm) a hadicí (2,7 m).	
Volitelné vybavení	Rozšíření paměti až na 3000 vzorků.	
	Kufr s hliníkovým rámem.	
	Výměnné sondy různých délek a průměrů.	

Tabulka č. 30: Technické údaje analyzátoru MRU SPECTRA 2000

Zdroj: http://www.mru.cz/PR_GB_SWG.pdf

6. Závěr

Ochrana ovzduší a životního prostředí je jedním z problémů, který v současné době zatěžuje lidskou populaci. Z tohoto důvodu je vydávána a neustále aktualizována celá řada právních předpisů a nařízení, které mají ochraně životního prostředí napomoci co nejvíce.

V rešerši je zpracován přehled legislativních nařízení pro stacionární spalovací zdroje, včetně v dnešní době platných limitních hodnot. Limitní hodnoty jsou ukázány především pro Českou republiku, Evropskou unii, ale i pro jiné státy.

Rešerše také nabízí příklady analyzátorů plynů, které se používají pro měření množství vypouštěných škodlivin. Jsou zde zpracovány, jak funkční principy těchto zařízení, tak jednotlivé příklady vyráběných přístrojů.

Cílem práce je její použití v laboratořích KVM, což znamená možnost rychlého zjištění limitních hodnot pro dané zdroje nebo náhled na funkční principy měřících zařízení.

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Historický vývoj zákona o ovzduší.	17
Tabulka č. 2: Přípustná míra znečišťování spalováním paliv, podle zákona č. 35/1967 Sb.	19
Tabulka č. 3: Přehled měřených a vypočtených hodnot, nutných k určení účinnosti spalování zdroje	23
Tabulka č. 4: Limitní hodnoty účinností spalování pro malé spalovací zdroje spalující kapalná a plynná paliva pro uvedený výkonový rozsah.	24
Tabulka č. 5: Limitní hodnoty účinností spalování pro malé spalovací zdroje spalující tuhá paliva pro uvedený výkonový rozsah.	24
Tabulka č. 6: Emisní limity pro stávající stacionární pístové spalovací motory.	25
Tabulka č. 7: Emisní limity NO _x pro nové stacionární pístové spalovací motory.	25
Tabulka č. 8: Maximální hodnoty vypočtené koncentrace CO _{ref} ve spalinách.	26
Tabulka č. 9: Limitní hodnoty účinností spalování pro malé spalovací zdroje spalující kapalná a plynná paliva pro uvedený výkonový rozsah.	27
Tabulka č. 10: Limitní hodnoty účinností spalování pro malé spalovací zdroje spalující tuhá paliva pro uvedený výkonový rozsah.	27
Tabulka č. 11: Emisní limity pro stacionární motory, jejichž stavba byla zahájena před 17. 5. 2006.	27
Tabulka č. 12: Emisní limity pro stacionární motory, jejichž stavba byla zahájena po 17. 5. 2006.	28
Tabulka č. 13: Seznam průmyslových oborů sledovaných nařízením vlády 353/2002 Sb.	29
Tabulka č. 14: Seznam sledovaných látek.	29
Tabulka č. 15: Hodnoty pro první etapu sbližování předpisů členských států.	32
Tabulka č. 16: Hodnoty pro druhou etapu sbližování předpisů členských států.	32
Tabulka č. 17: Národní emisní stropy pro SO ₂ , NO _x a VOC.	33
Tabulka č. 18: Emisní limity pro vznětové nesilniční motory.	33
Tabulka č. 19: Emisní limity pro zážehové nesilniční motory.	33
Tabulka č. 20: Výhřevnost různých biopaliv a jejich porovnání s fosilními palivy.	36
Tabulka č. 21: Přehled kogeneračních jednotek BOOMEL od společnosti Phoenix-Zeppelin.	39

Tabulka č. 22: Technické údaje kotle ATMOS 32GS.	41
Tabulka č. 23: Technické údaje kotle HAMONT	42
Tabulka č. 24: Technické údaje kotle VIESSEMANN VITOPEND 111-W	43
Tabulka č. 25: Technické údaje analyzátoru ENDA - 600	50
Tabulka č. 26: Technické údaje analyzátoru HORIBA PG 250	51
Tabulka č. 27: Technické údaje analyzátoru ATALA AT 505	52
Tabulka č. 28: Technické údaje analyzátoru HARTMANN-BRAUN URAS 26	53
Tabulka č. 29: Technické údaje analyzátoru MRU SWG 200	54
Tabulka č. 30: Technické údaje analyzátoru MRU SPECTRA 2000	55

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1: Stacionární vznětový motor TEDOM TD 175 G5V TW 86.	37
Obrázek č. 2: Stacionární zážehový motor TEDOM TG 185 G5V TW	38
Obrázek č. 3: Zplynovací kotel na dřevo ATMOS DC 32GS	40
Obrázek č. 4: Kotel HAMONT od výrobce CATfire.	41
Obrázek č. 5: Plynový kotel VIESSEMANN VITOPEND 111-W.	43
Obrázek č. 6: Jednopaprskový fotometr	46
Obrázek č. 7: Dvoupaprskový fotometr	46
Obrázek č. 8: Blokové schéma uspořádání teplotně vodivostního senzoru	47
Obrázek č. 9: Analyzátor HORIBA ENDA 600	49
Obrázek č. 10: Analyzátor HORIBA PG 250	51
Obrázek č. 11: Analyzátor ATALA AT 505	52
Obrázek č. 12: Analyzátor HARTMANN-BRAUN URAS 26	53
Obrázek č. 13: Analyzátor MRU SWG 200	54
Obrázek č. 14: Analyzátor MRU SPECTRA 2000	55

Seznam citací:

[1] Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, §8 Smogová situace.

[2] Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, §1 Předmět úpravy.

[3] Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, §54 Přechodné ustanovení, odstavec 7.

[4] Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, §54 Přechodné ustanovení, odstavec 8.

[5] Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, §54 Přechodné ustanovení, odstavec 6.

Použitá literatura a zdroje:

- Ing. Váňa Jaroslav, CSc.: Analyzátory kapalin a plynů: 2. vydání, Praha, 1984.
- Prof. Dr. Ing. Richard Doležal DrSc. a kolektiv: Kotle a spalovací zařízení, Praha, 1965.
- Vyhláška č. 178/1965 Sb., o opatření na ochranu čistoty ovzduší.
- Zákon č. 35/1967 Sb., o opatření proti znečišťování ovzduší.
- Zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami.
- Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší.
- Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.
- Nařízení vlády č. 146/2007 Sb.
- Nařízení vlády č. 353/2002 Sb.
- Nařízení vlády č. 615/2006 Sb.
- Vyhláška č. 205/2009 Sb., o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.
- http://www2.dmu.dk/AtmosphericEnvironment/Expost/database/docs/Leg_stat_emis.pdf
- http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/FRVS/CD_Biomasa_nove/Pdf/VlastnostiBiomasy.pdf
- <http://www.peletova-kamna.cz/index.asp?menu=590>
- <http://www.p-z.cz/cs/site/pz-energeticke-sys>
- http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/_s.155/6966/place
- http://atal.cz/page.php?article=110&m_ssekce=2&m_open=2&lang=cz
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Emise_%28ekologie%29
- <http://www.nazeleno.cz/emise.dic>
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%AD_ovzdu%C5%A1%C3%AD
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vyhl%C3%A1%C5%A1ka>
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1kon_%28pr%C3%A1vo%29
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Na%C5%99%C3%ADzen%C3%AD>
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Na%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_vl%C3%A1dy

- http://cs.wikipedia.org/wiki/Oxid_uhli%C4%8Dit%C3%BD
- <http://radovancech.sweb.cz/emise3.htm>
- <http://eur-lex.europa.eu>
- DP Porovnání legislativních předpisů pro měření emisí, Souhayl El Hajjam, 2011.
- http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/FRVS/CD_Biomasa_nove/Pdf/VlastnostiBiomasy.pdf
- <http://motor.tedom.cz/galerie-motory-tedom-a-2.html>.
- http://www.p-z.cz/cs/site/pz-energeticke-sys/ens-kogeneracni_jednotky.htm
- <http://www.atmos.cz/czech/kotle-001-kotle-na-drevo>
- http://www.catfire-service.com/uploads/files/prospekty/mala_rada.pdf
- http://www.viessmann.cz/cs/products/Gas-fired-boilers/vitopend_111-w.html
- web.vscht.cz/kadleck/archiv/mt_chi/.../MT-CHI_06_Plyny-2.pdf
- http://homel.vsb.cz/~ott007/TPA-Otte.htm#_Toc153970093
- <http://www.horiba.com/cz/processenvironmental/products/combustion/cems-stack-gas-emission/details/enda-600-series-stack-gas-analyzer-system-1538/>
- <http://www.horiba.com/us/en/processenvironmental/products/combustion/details/pg-250-portable-multi-gas-analyzer-264/>
- Zdroj:[http://www05.abb.com/global/scot/scot205.nsf/veritydisplay/1726da24d18a182fc1256c8a004c987a/\\$file/4223490e.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot205.nsf/veritydisplay/1726da24d18a182fc1256c8a004c987a/$file/4223490e.pdf)
- http://www.mru.cz/PR_GB_SWG.pdf
- http://www.mru.cz/PR_GB_SWG.pdf